10

DE

CATOPTRICES ET DIOPTRICES

IN OCULORUM MORBIS COGNOSCENDIS

USU ATQUE UTILITATE.

SCRIPSIT

RICHARDUS ULRICH

Dr. Med.

CUM TRIBUS TABULIS LITHOGRAPHICIS.

GOTTINGAE

TYPIS EXPRESSIT OFFICINA ACADEMICA DIETERICHIANA.

(Guil. Fr. Kaestner.)

VIRO ILLUSTRISSIMO

C. G. THEODORO RUETE

MEDICINAE, CHIRURGIAE, ET ARTIS OBSTETRICIAE DOCTORI, MEDICINAE PROFESSORI PUBLICO ORDINARIO IN UNIVERSITATE LIPSIENSI, SAXONIAE REGI AB AULAE CONSILIIS, NOSOCOMII OPHTHALMOLOGICI LIPSIENSIS DIRECTORI, SOCIETATIS REGIAE SCIENTIARUM GOETTINGENSIS, NEC NON COMPLURIUM SOCIETATUM LITERARIARUM SOCIO.

PRAECEPTORI CARISSIMO

FAUTORI OPTIME DE SE MERITO

HASCE STUDIORUM PRIMITIAS

PIO GRATOQUE ANIMO

OFFERT

AUCTOR.

CONSPECTUS.

A. PARS OPTICA.

§. 1.

In pervestiganda luminis natura cognitionem nostram minime esse perspicuam, nemo est, qui neget. Theoriae luminis, quatenus ad hoc tempus sunt excultae, sunt duae, theoria scilicet emissionis s. emanationis et theoria vibrationis s. undulationis, quarum illa a Neutono, haec primum ab Huigenio excogitata, ab Eulero aliisque est defensa. Neutonus enim luminis materiam quandam propriam imponderabilem esse instituit, cujus particulae subtilissimae e corpore luminoso emanarent, ita, ut massa corporis hac ratione continuo minueretur. Contra Huigenius, quae theoria recentiori aetate cum ipsa rei natura vel maxime congruere firmioribusque rationibus innixa esse videtur, luminis motum undulatorium idque vibrationibus particularum materiei cujusdam imponderabilis, totum per universum diffusae, quam aetherem appellant, propagari statuit. Lumen igitur sono respondere eique analogum esse credit. Quae quum ita sint, radius luminis secundum Neutonum est series particularum sese prosequentium et recta linea e corpore lucido emanantium; Huigenio vero nil aliud est ac unda aetheris recta propulsa sonique undis in aëre analoga.

Omnium corporum lucidorum superficies in particulas minores minoresque deinceps dividi potest atque ex iis conflata cogitari. Harum minimas, quae puncta lucida appellantur, quaquaversum radiorum penicillum s. conum emittere, quotidiana experientia luce clarius nobis demonstrat. Radios autem, ex puncto lucido quantumvis parvo velut e centro quaquaversum egressos et quidem in divergentiam emanantes, pro ratione majoris a puncto lucido distantiae rariores fieri seu densitatem eorum decrescere constat. Sumamus enim exempli caussa duas superficies sphaericas easque concentricas circa punctum radians descriptas, utramque superficiem a luminis radiis illuminari, intelligitur. At in sphaerae majoris superficie per majus spatium radii diffunduntur, ubi eam ob caussam istorum densitas decrescit et quidem reciproce, ut quadratum di-

stantiae a puncto radiante. Quodcumque igitur objectum, quo propius est puncto lucido, eo plures recipit radios eoque pauciores, quo longius ab isto removetur. Ex quibus sequitur, objecta remotiora propter radiorum raritatem, quibus illuminantur, minus clara; propius vero admota propter radiorum densitatem clariora apparere.

§. 2.

Omnis linea recta, quae a puncto quovis lucido ad alterum punctum quoddam deduci potest, luminis radius appellatur. Qui si in eodem semper medio progreditur, viam semel initam non relinquit rectaque linea producitur. Attamen usque ad fines illius medii deductus atque in superficiem alterius medii vicini diversa densitate ac natura praediti, incidens, a priori directione deflectitur et quidem aut in medium, quod percurrit, repercutitur aut in novum medium intrat aut denique, id, quod plurimum fit, utrumque eodem tempore patitur. Illa est luminis reflexio, haec refractio. Qua in viae mutatione radius iterum sive in priore sive in novo medio recta linea progreditur.

CAPUT I.

DE REFLEXIONE LUMINIS.

§. 3.

Quod attinet ad reflexionem luminis radiorum, ejus leges primariae sunt duae. Si enim demittitur in id punctum superficiei cujusdam duo media dirimentis, in quod radius incidit (punctum incidentiae), linea perpendicularis (linea incidentiae), et deducitur planum per lineam istam et radium incidentem, quod igitur normaliter in superficie reflectente collocatum est (planum reflexionis): prima est lex, ut radius reflexus hoc in plano reflexionis viam suam pergat; altera, ut sub eodem cum linea incidentiae angulo reflectatur, quem incidens cum ea constituit (cf. Fig. 1) [1]. Ex quibus sequitur, radium in superficiem quandam reflectentem perpendiculariter incidentem in contrariam plane directionem reflecti; deinde, si radius aliquis in punctum superficiei curvilineae inciderit, ita reflecti,

1) CD = radius incidens in superficiem AB
ED = linea normalis incidentiae
CDE = angulus incidentiae
DF = radius reflexus
EDF angulus reflexionis, qui angulum incidentiae CDE aequat.

quasi in tangentem hujus puncti incidisset (cf. Fig. 2 et 3) [1]. Quibus a duabus legibus primariis reflexionis modus, sive specula plana, sive curva respexeris, repeti potest.

§. 4.

Ponamus igitur, planum esse speculum, radii ex puncto lucido in diversis directionibus in istud ingressi, ita reflectuntur, quam si emanarent ex puncto quodam lucido, quod tanto post speculum, quanto illud ante speculum distat. Omne autem punctum lucidum post speculum situm, ex quo radii reflexi egredi videntur, imago puncti lucidi ante speculum appellatur (cf. Fig. 4) [2]. Si porro ante speculum plura puncta lucida ex ordine eaque exempli caussa in recta linea collocata esse sumas, eodem modo post speculum a quocumque imago formatur. Series igitur imaginum omnium punctorum illorum post speculum existit, quae imaginem lineae lucidae ante speculum sitae repraesentant. Quae imago eodem ad speculum situ utitur, quo linea lucida ipsa. Procurrit igitur haec speculo parallela, imago quoque eundem situm servat; si in speculum est inclinata, imago eundem cum speculo inclinationis angulum format, sed in contrariam partem. Quo fit, ut ex speculis planis perpendiculariter collocatis, ab objectis erectis erectae quoque imagines reflexae nobis praebeantur, nisi quod, quae in objectis dextram partem occupant, in imaginibus ad sinistram translata videntur et inverso ordine. Ex speculis autem horizontaliter positis ab objectis erectis inversae imagines praesentantur. (cf. Fig. 5).

§. 5.

Statuamus, speculum esse curvilineum, reflectendi ratio a priori omnino non dissentit nec non ad duas illas leges, quas supra diximus, est referenda. Sed, praesertim, quum radios parallelos respexeris, aliter reflexio se habebit, atque antea. Namque radii in speculum planum parallelo ordine ingressi, post reflexionem eundem ordinem tenent (cf. fig. 6); sed in speculum convexum illapsi, divergentes inter se reflexione evadunt (cf. fig. 7); incidentes denique in speculum concavum, convergen-

---

1) In speculis sphaericis seu convexis seu concavis linea incidentiae est ea linea, quae punctum incidentiae cum centro speculi conjungit; exempli caussa linea b a in fig. 2; linea b c in fig. 3.

2) Radii CD, CE, CF ex puncto lucido C ante speculum AB sito, in illud allapsi, in radios DG, EH et FK reflexione diriguntur, quasi ex puncto C′ eodem intervallo post speculum collocato exirent. Punctum C′ post speculum imago puncti lucidi ante speculum appellatur.

tes inter se reflectuntur (cf. fig. 8) et quidem eo magis, quo fortior est speculi curvatura vel quo minor curvaturae radius.

§. 6.

Si speculo est parva tantum curvaturae amplitudo, radii paralleli, a speculo convexo reflexi, tali modo diriguntur, quam si a puncto post speculum sito egredirentur (a puncto F. fig. 7). Quod punctum eam ob caussam punctum conjunctionis seu focus radiorum parallelorum seu focus principalis appellatur atque si ad specula sphaerica rationem habeas, dimidia semidiametri distantia (AF) a speculo est remotum. Neque igitur speculis convexis est focus realis, sed imaginarius seu virtualis seu geometricus. Aliter res se habet in speculis concavis, a quibus radii ita reflectuntur, ut in unum punctum ante speculum positum conjungantur (in punctum F. fig. 8), quod eundem, atque illud, situm tenet idemque nomen habet. Quodsi vero speculum permagno curvaturae ambitu praeditum consideres, non unum tantum punctum, quo radii reflexi concurrunt, existit, sed series talium punctorum, quae in linea quadam curva, linea caustica appellata, sunt collocata.

§. 7.

Ea recta linea, quae speculi curvaturae et speculi ipsius centra conjungit, axis speculi nominatur. Quo in axi si punctum quoddam lucidum est situm, ejus imago quoque in eo existit. Ponas igitur in eo punctum lucidum, infinito vel longissimo spatio intermisso a speculo remotum, ita, ut radii ex ipso egressi parallelo ordine in speculum incidentes haberi possint, imago quoque in axi collocata eaque secundum priores leges dimidia curvaturae radii distantia post speculum remota est, si convexa superficie, ante speculum, si concava est praeditum. Quod punctum lucidum, ab axi haud decedens, si propius ad speculum aggreditur ita, ut radii ex ipso emanantes, divergentes inter se fiant, eodem modo post speculum convexum punctum in axi existit, unde radii reflexi exire videntur, idque eam ob causam imago virtualis s. geometrica illius puncti appellatur. Sed distantia hujus imaginis a speculo minor evadit, quam radiorum parallelorum, inter focum scilicet et speculum (cf. fig. 9) [1]. Nec minus, si speculum concavum radiis divergentibus obvertitur, reflectuntur ita, ut in unum axis punctum concurrant, quod ma-

1) A = punctum lucidum in speculum convexum BCD radians et in axi speculi AM situm.
F = Focus principalis.
M = Centrum speculi curvaturae.

jore, quam focus, intervallo a speculo abest (cf. fig. 10) [1]. Quae quum ita sint, quo propius punctum lucidum ad speculum convexum accedit, eo minore intervallo imago a speculo distat, ita ut, si in speculo sit positum, imago cum ipso in unum concurrat. Contra autem, quo magis punctum lucidum speculo concavo appropinquatur, eo remotius a speculo imago est collocata, quippe quae, si illud majore intervallo, quam semidiametro a speculo abest, inter focum et curvaturae speculi centrum est posita (cf. fig. 10); si autem ipso semidiametro a speculo distat, cum eo in unum congreditur; si etiam propius accedit, inter focum nempe et speculi curvaturae centrum majore intervallo, quam semidiametro a speculo remota est. (cf. fig. 10). Sin denique punctum lucidum in focum devenerit, radii reflexi paralleli evadunt (cf. fig. 8); sin etiam trans distantiam focalem excesserit, radii reflexi divergentes fiunt, quasi ex puncto post speculum sito, emanarent, atque ibi imaginem geometricam s. virtualem formant (cf. fig. 11) [2].

§. 8.

Quae in §. praecedenti de punctis lucidis in axi positis disseruimus, eodem modo ad ea quoque puncta lucida, quae non in axi sunt sita, transferri possunt; quare locum imaginis objecti cujusdam, cui speculum sphaericum opponitur, determinare, haud difficile erit. Sit enim (fig. 12) A B B′ speculum sphaericum convexum, C centrum, L L′ objectum quoddam ante speculum normaliter ad axem collocatum, locus imaginis istius objecti hunc in modum eruitur. Ducatur linea L′ C, axis puncti L′ s. axis secundarius appellata, imaginem puncti L′ in ea linea necessario esse sitam, ex prioribus patet. Porro, si linea L′ M axi L C parallela ducitur et punctum F focus est radiorum parallelorum, imago puncti L′ etiam in linea M F, ut ex iis, quae diximus, sequitur, posita sit, necesse est. Qua de caussa, punctum intersectionis l′ linearum MF et L′ C imago puncti L′ esse debet. Demittatur igitur ex puncto L′ linea normalis in axem LC, quum imago puncti L in axi sit collocata, l′ l imaginem esse objecti L′L, per se intelligitur. Quae imago erecta ac minor, quam objectum evadit. Sin vero hoc propius ad speculum accesserit, imago quoque ei appropinquatur, majorque existit, quam prius. Notandum igitur est, a speculis convexis reflexione semper imagines ere-

1) F = focus principalis.
M = centrum speculi curvaturae.

2) A = punctum lucidum in speculum concavum BCD radians.
F = focus principalis.

ctas atque minores praeberi easque omnes inter focum et speculum sitas et eo majore amplitudine praeditas, quo propius objecta ad speculum devenerint.

§. 9.

Ponamu autem, objectum in speculum concavum radiare, omnino eadem, atque ntea, ad locum imaginis ejusque situm eruendum est ratio. Sit enim (fig. 13) ABB′ speculum concavum, C centrum, F focus, AD axis, LL′ objectum lucidum, cujus distantia a speculo major sit, quam semidiametro AC: sequitur ex prioribus, imaginem objecti LL′ in linea prolongata L′C esse positam. Ducatur porro linea L′M axi parallela et linea MF-punctum intersectionis l′ ambarum linearum L′C et MF imago puncti L′ lineaque normalis l′ l objecti imago sit necesse est. Quae imago inter centrum et focum est collocata et, quo magis objectum ad speculum admovetur, eo longius ab eodem recedit. Fit autem inversa et quidem minor, quamdiu objectum magis, quam semidiametri longitudine, a speculo est remotum; sed inversa et quidem major, simulatque inter centrum et focum devenit (cf. fig. 14). Sin vero minore, quam focus, intervallo a speculo distat, major eaque erecta imago post speculum, imago virtualis s. geometrica, ut supra diximus, appellata, existit. (cf. fig. 15).

§. 10.

Leges catoptricae, quas in prioribus in reflexione, a speculis sphaericis orta, perlustravimus, proxime quoque ad veritatem accedunt, si specula quaelibet curva, quorum partes minimae luminis radios excipiunt, respexeris. Namque minima pars superficiei cujusdam curvilineae rotatione genitae, superficies sphaerica est habenda, cujus semidiameter istius partis curvaturae radium aequat.

§. 11.

Notandum est insuper, luminis radios, prout illabuntur in politam aut in minus politam superficiem reflectentem, quae scatet particulis plus minusve asperis atque prominentibus, diverso modo repercuti. Ab illa enim, ut ex prioribus elucet, certis directionibus reflectuntur ideoque distinctas species reflexas nobis praebent. Sed superficies inaequalis et irregulariter incurvata non ex uno puncto radios reflectit, sed singula puncta tanta angulorum multitudine lumen excipiunt atque quaquaversum diffundunt, ut nec una atque clara imago existere nec in reflexione ani-

madverti possit, sed confusae vel in latitudinem distortae imagines appareant. Quo fit, ut ex superficie quadam aspera et inaequali reflexio insolito modo immutata occurrat ex eaque luminis splendor insolitus oriatur.

§. 12.

Imago objecti lucidi, quae reflexione nobis praebetur, nunquam tam clara et lucida apparet, quam objectum ipsum, propterea, quod plerumque non omnes radii reflectuntur, sed, si a reflexione totali discesseris (cf. §. 23), partim reflectuntur, partim refringuntur itaque minor eorum pars ab imagine, quam ab objecto ipso percipitur. Quae luminis intensitatis diminutio, quam radii reflexi patiuntur, a diversa superficiei, in quam illapsi sunt, reflectendi facultate pendet, ita ut exempli caussa aquae vel vitri superficies multo minus in lumine fortiter reflectendo valeant, quam speculum ex metallo factum aut nigro colore illitum. Praeterea autem in luminis reflexi intensitate anguli incidentiae magnitudo permagnam habet vim, ita, ut, quo minorem angulum radius incidens cum superficie reflectente efficiat, eo majore luminis robore radius reflexus gaudeat. Quare, quum a latere superficiem reflectentem aspexeris, clarior magisque lucida imago, quam e centro, apparebit.

§. 13,

Legibus illis catoptricis, ut hoc jam loco eas ad oculum transferamus, nititur experimentum illud Purkinje-Sansonianum, ad oculorum morbos quosdam cognoscendos eorumque diagnosin magis firmandam saepe utilissimum. [1]) Obvertas enim oculo sano integrisque tam superficiebus, quam intermediis refringentibus gaudenti, candelam ardentem, intervallo circiter duarum poll. interposito—tres flammae imagines reflexas, si in experimento satis fueris versatus, distincte discernes. Quarum prior (cf. fig. 16) eaque maxima et clarissima ex superficie anteriore convexa tunicae corneae oritur ideoque erecta mediaque in camera oculi anteriore sita esse videtur. (§. 8); altera, ex superficie posteriore concava capsulae lentis crystallinae procreata, inversa apparet (§. 9); praeterea priori est minor et pone illam collocata multoque minorem illuminationis intensitatem praebet; accuratius autem cognoscitur, si candela tremula

---

1) cf. Purkinje, commentatio de examine physiologico organi visus et systematis cutanei. Vratisl. 1823.

Sanson, Leçons sur les maladies des yeux, publiées par Bardinot et Pigné. Paris 1837. pag. 28.

flamma ardet aut si magis ex latere oculo opponitur (§. 12). Tertia denique eaque maxime retrorsum in fundo oculi sita, ex superficie anteriore convexa capsulae lentis enascitur ideoque iterum erecta conspicitur. Minimo autem luminis robore fruitur, ita ut tenuissimae et albidae lineae vel puncti formam referat. Quum candelam ante oculum huc illuc verteris, imago altera inversa ad oppositam semper partem tendit; duae erectae contra illius motus sequuntur. Tres istae flammae imagines distinctius percipiuntur, si oculi observati pupilla, extracto Belladonnae antea instillato, amplior fuerit facta aut si tubulo circiter 2 poll. longo, cujus diameter $1\frac{1}{2}$ poll. habet et superficies interna nigro colore illita est, in experimento utaris; quo fit, ut nimia lucis copia ab oculo prohibeatur ideoque imagines apareant clariores [1]).

CAPUT II.
DE REFRACTIONE LUMINIS.

§. 14.

Ut ea, quae de reflexione luminis disputavimus, ita quaecunque de ejusdem refractione notanda sunt, ad duas leges fundamentales possunt referri. Si enim erigitur in eo puncto superficiei medii cujusdam refringentis sive est plana sive curva, in quod radius incidit, linea normalis (linea incidentiae) et deducitur planum per radium incidentem et illam lineam (planum refractionis): prima est lex, ut radius refractus, si a lumine polarisato discesseris, in eodem illo plano provehatur; unde patet, si radius aliquis in punctum superficiei curvilineae inciderit, ita refringi, quasi in tangentem hujus puncti incidisset. Omnis autem radius, qui refringitur, aut ad lineam incidentiae accedit, aut ab ea discedit, prout diaphanum consequens diaphano antecedente densius vel tenuius est et quidem, si ex tenuiori medio in densius quoddam transit, minorem angulum, quam radius incidens, si contra, illo majorem cum linea incidentiae constituit (cf. fig. 18) [2]). Secus autem se habebit res, si radius perpen-

---

1) Docet figura 17 tres imagines reflexas in forma situque naturali.

2) Radius AC ex medio tenuiori in punctum C superficiei curvilineae BCD intermedii densioris illapsus, refractione ad lineam incidentiae FG admovetur minoremque cum ea, quam incidens, angulum format. Contrarium fit, si CM radium incidentem posueris, quippe qui refractione ab eadem linea incidentiae magis removetur majoremque cum ista angulum efficit. Radius AL normaliter incidens, irrefractus transit.

diculariter in medium refringens fuerit ingressus, quippe qui a via semel petita non declinatur, quum angulus incidentiae et angulus refractionis = O evadant. Quae quum ita sint, altera est lex, ut, si eorundem mediorum rationem habueris, sinus anguli incidentiae, qui iisdem lineis, quas jam in reflexione memoravimus, formatur, et sinus ejus anguli, qui inter radium refractum lineamque incidentiae prolongatam est situs, (angulus refractionis), certam constitutamque inter se teneant rationem, quam indicem refractionis appellant. Quae ratio, si radiorum transitum ex aëre in aquam ponas, numeris circiter 4:3 (cf. fig. 19): si ex aëre in vitrum, circiter 3:2 indicatur. (cf. fig. 20).

§. 15.

Leges illae, quomodo fiat refractio a mediis diversis qualicunque superficie circumscriptis, plane docent. Ponas igitur (cf. fig. 21) radium EF ex aëre in vitrum quoddam ABCD, planis inter se parallelis terminatum, illabi eumque post refractionem iterum in aërem transgredi, is, ex vitro provectus, ei directioni, quam in vitrum incidens obtinuit, parallelus refractione evadit, ita ut duplicem refractionem passus eadem via pergat, quasi refringendi vim vitro insitam non esset expertus. Quare, si vitri crassitatem negligere liceat, radium incidentem EF et exeuntem LM ejusdem rectae lineae EFLM directionem servare, sumi potest.

§. 16.

Contra aliter res sese habet, quum superficiem, quae duo media diversa densitate praedita dirimit, curvam esse statueris. Neque enim radii, quotquot parallelo ordine in illam incidunt, in eundem quoque ordinem refringuntur, sed, quum plane in aliam, atque antea secuti sunt, viam refractione dirigantur, aut in unum punctum post superficiem refringentem collocatum, quod punctum conjunctionis reale dicitur, colliguntur, aut talem patiuntur refractionem, ut ex puncto quodam ante superficiem refringentem sito, cui punctum conjunctionis virtuale s. geometricum est nomen, emanare videantur. Illud contingit, quum densius medium, in quod ex tenuiori transeunt, convexa superficie est indutum; hoc, quum idem concava superficie est circumscriptum. Quae puncta, si superficiem refringentem sphaericam sumas, formulis mathematicis ex indice refractionis et curvaturae radio intermedii refringentis facile possunt evolvi.

§. 17.

Lentes intelliguntur corpora pellucida, ea indole praedita, ut convergentiam radiorum ab ipsis refractorum aut augeant aut diminuant; quae quidem sphaericae, ellipticae, parabolicae, cylindraceae esse possunt. Imprimis vero refractio a lentibus sphaericis facta ad hanc quaestionem pertinere videtur. Quae aut sola segmenta sphaerica aut corpora duabus se invicem intersecantibus sphaerarum portionibus intelliguntur. In illis axis principalis ea linea appellatur, quae a centro curvaturae in superficiem planam normaliter est demissa (cf. fig. 22. CC'); in his, quae centra geometrica sphaerarum duarum secum conjungit (cf. fig. 23. MM'). Quo in axi certum punctum ita est situm, ut omnes radii per id traducti, post lentem eandem directionem sequantur, quam ante eam obtinuerant. Qua de caussa, lentis crassitate neglecta, nullam refractionem eos pati et tanquam vitrum planis inter se parallelis circumscriptum transgredi putari potest (§. 15). Id punctum centrum opticum lentis nominatur atque, si lentis superficies et anterior et posterior eodem curvaturae radio sunt descriptae, media in lente est collocatum (cf. fig. 24) [1]); sin minus, propius ad eam superficiem, quae fortiorem curvaturam est nacta, accedit atque etiam e lente egredi potest. Lens autem ita a nobis supponitur, ut ejus ambitus omnibus punctis eadem semper distantia a centro optico sit remotus.

§. 18.

Considerantibus autem nobis, qualis sit refringendi vis lentibus insita, harum diversae et quidem duplicis generis occurrunt. Alteris enim luminis radii tali modo refringuntur, ut convergentes facti in unum punctum conjunctionis reale post lentem situm iterum congrediantur; alteris in directionem magis divergentem deflectuntur, ita ut a puncto conjunctionis virtuali, cui punctum dispersionis quoque est nomen, ante lentem posito egredi videantur. Punctum utrumque et reale et virtuale in utroque lentium genere, focus ejusque a centro optico distantia, foci distan-

---

1) Ducantur curvaturae radii superf. anterioris et posterioris $C'B$ et CB' parallelo inter se ordine, sequitur, GB et $B'K$ lineas esse incidentiae punctorum B et B', haud minus inter se parallelas. Ponas igitur radium AB ex aëre ita in punctum B superficiei anterioris EMF ingressum, ut refractione in lineam BB' dirigatur, in puncto B' in directionem lineae $B'D \parallel AB$ debet refringi. Nam quum $\angle CB'B = \angle B'BC'$ evadat, patet $\angle DB'K = \angle GBA$ aequare. Punctum intersectionis 0 radii $ABB'D$ cum axi CC' centrum est opticum, media in lente situm, quia ambae superficies eodem curvaturae radio sunt descriptae.

tia appellatur et quidem focus principalis s. focus lentis, si radios parallelos incidere, focus conjugatus, si radios cenvergentes aut divergentes posueris. Sunt autem puncta illa, lentis crassitate praetermissa, ex aequatione: $\frac{1}{p} + \frac{1}{p^1} = \frac{1}{f}$, in qua p = distantia puncti lucidicujusdam, f = distantia foci principalis, p^1 = distantia foci conjugati sumantur, facile eruenda. Earum autem lentium, quae radios colligunt, tria generas unt distinguenda:

1) lentes biconvexae (cf. fig. 25),
2) lentes convexo-concavae, menisci colligentes appellatae, quarum curvaturae convexae minor est radius, quam concavae (cf. fig. 26),
3) lentes plano-convexae (cf. fig. 27).

Quae omnes media in parte majore crassitudine sunt praeditae, quam versus latera. Totidem genera earum quoque lentium, quae radios dispergunt, sunt notanda:

1) lentes biconcavae (cf. fig. 28)
2) lentes concavo-convexae, menisci dispergentes appellatae, quarum concavae curvaturae est minor radius, quam convexae (cf. fig. 29)
3) lentes plano-concavae (cf. fig. 30).

His lentibus media pars est tenuior, quam ambitus.

§. 19.

Secundum leges illas fundamentales, quas supra (§. 14) explicavimus, quomodo radii, expuncto lucido in axi sito egressi, a lentibus illis refringantur, per se patet. Primum omnis radius, qui in axis ipsius directione in lentem incidit, irrefractus transgreditur. Ponamus radios axi parallelos i i i i i i i in lentem biconvexam AB illapsos, in focum principalem F, qui curvaturae semidiametri FR distantia a lente est remotus, refractione colliguntur; (cf. fig. 31) unde necessario sequitur, radios ex foco F profectos post refractionem parallelos e lente egredi. Sumamus autem radios divergentes DG et DM (cf. fig. 32) ex puncto D in eandem lentem exire, hi in unum punctum reale s. focum conjugatum E post lentem situm refractione rursus coëunt; quod punctum longius exporrigitur in punctum L, si radii ex puncto radiante viciniore F emittuntur; propius vero cadit, si ex ulteriore emanant, ita ut radii, quo ex remotiori puncto in eandem lentem effunduntur, eo magis paralleli fiant iique possint haberi.

Si in eandem lentem radii convergentes i i i i i i incidunt, in majorem etiam convergentiam refractione diriguntur eorumque focus conjugatus F propius lenti admovetur (cf. fig. 33); quo elucet, radios contra ex puncto F nimis divergentes egressos, post refractionem etiam divergentes manere, quasi ex puncto x remotiori eoque ante lentem posito proficiscerentur.

Si autem lentem biconcavam CD (cf. fig. 34) radiis parallelis i i i i obvertimus, hi in radios divergentes, tanquam ex centro superficiei anterioris lentis F egressi, refringuntur. Si vero radii divergentes illabuntur, post transitum etiam in majorem, quam antea, divergentiam disperguntur, tanquam ex puncto lenti propiore F exeuntes; quod punctum dispersionis ad lentem eo propius accedit, quo magis punctum lucidum A ad eam admovetur (cf. fig. 35). Superest, ut radiorum convergentium refractionem disquiramus. Qui si ita in lentem biconcavam illabuntur, ut centrum superficiei anterioris lentis petere videantur, paralleli refractione evadunt (id, quod ex fig. 34 intelligitur). Si porro magis convergunt, post refractionem quoque convergentes manent (id, quod ex fig 35 patet). Si denique ita diriguntur, ut ad punctum p, (cf. fig. 36) quod longius a lente distat, quam centrum superficiei posterioris F, tendere videantur, post refractionem divergentes fiunt, quasi ex puncto ante lentem sito x exirent.

§. 20.

Quum radii axi paralleli in lentes colligentes ingrediuntur, in unum punctum, ut ex prioribus patet, refractione coëunt. Id, quod haud minus ad eos radios valet, qui non axi, sed inter se paralleli illabuntur. Quorum is radius, qui centrum opticum transcurrit ideoque pro irrefracto haberi potest (§. 17) radius principalis vel directionis seu axis secundarius nominatur, quia omnibus ejusdem penicilli radiis expuncto, non in axi principali sito, profectis, directionem locumque imaginis designat. Quo in axi secundario eadem ratione punctum unionis radiorum illorum, ac radiorum axi principali parallelorum potest erui (cf. fig. 37 et 38) [1]. Quae omnia quum ita sint, in qualibuscunque lentibus

1) CF = radius principalis s. axis secundarius, qui per centrum opticum lentis o traducitur.

C = punctum unionis radiorum i i i i inter se parallelorum, in axi illo secundario situm.

C′ = punctum unionis radiorum penicilli ex puncto lucido F non in axi principali AB sito exeuntis, et imago puncti lucidi F.

radii ex puncto quodam, sive est in axi situm, sive non, egressi, in unum punctum rursus refractione colliguntur, quod et ante et post lentem collocatum atque etiam in infinitum ab eadem remotum esse potest. Radiorum autem conus semper ante lentem formatur, cujus vertex in puncto lucido, basis in lente est posita et cujus axis est axis lentis aut radius principalis per centrum opticum traductus. Respondet illi alter conus, ex radiorum refractione ortus, cujus apex punctum conjunctionis ante vel post lentem situm, basis lens ipsa, axis prioris coni est axis prolongatus. His praemissis, situs et locus imaginis objecti cujusdam ante lentem collocati, duarum jam linearum ope facile determinari et construi potest.

§. 21.

Ponamus ergo (cf. fig. 39) AB esse lentem biconvexam, F ejus focum, O centrum opticum, PQ objectum ante eam collocatum, cujus imago sit eruenda. Ducatur axis secundarius ex puncto Q per centrum opticum, in eo imaginem puncti Q esse sitam, ex prioribus patet. Sumas porro radium QR axi principali MN parallelum in lentem ingredi, is ad focum lentis F refringitur (§. 19). Punctum igitur intersectionis q linearum Fq et QOq imaginem puncti Q repraesentat. Praeterea, quum imaginem puncti P in axi MN esse sitam constet, linea perpendicularis pq in axem demissa imago objecti PQ sit necesse est. Fit autem inversa atque quum hac in figura objectum PQ duplici foci distantia PO a lente remotum posuerimus, magnitudine illud aequat neque minus, quia et objectum et imago ex centro lentis optico sub eodem angulo cadunt, invariatam distantiam a lente servat. Recessu vero objecti minor fit pictura lentique accedit; accessu crescit atque ab eadem removetur. Major denique atque erecta, sed virtualis evadit, si objectum ultra foci distantiam ad lentem accesserit (cf. fig. 40). Nulla vero distincta imago exhibetur, si objectum in foco sit positum, quum radii ex singulis ejus punctis emanantes, nunquam in unum, sed in infinitum refractione coëant i. e. paralleli fiant; id, quod ex §. 19 (cf. fig. 31) elucet. Sequitur ergo, quum ea, quae de imaginum deformatione in lentibus biconvexis disseruimus, in lentibus plano-convexis et convexo-concavis quoque valeant, lentibus iis, quibus radii colliguntur, species semper formari inversas, si ab una illa virtuali imagine discesseris, easque majores ab objectis vicinioribus, minores a remotioribus.

§. 22.

In definiendis porro speciebus, a lentibus biconcavis profectis, haud

alia adest constructio, atque quam in antecedentibus demonstravimus. Sit (cf. fig. 41) AB lens biconcava, F focus, O centrum opticum, PQ objectum ante eam positum, cujus imago sit determinanda. Si linea QO per centrum opticum ducitur, species puncti Q in ea est collocata; si porro radium QR parallelum in lentem illabi eumque ad focum refringi ponimus, punctum intersectionis q linearum RF et QO imago puncti Q lineaque pq normaliter in axem MN demissa objecti PQ species esse debet. Objectum igitur PQ erectum atque minus refractione depingitur ejusque species haud realis, sed virtualis existit. Eadem ratione, si pq objectum esse volumus, imago ejus p′q′ erecta atque minor delineatur. Ea, quae de lentibus biconcavis disputavimus, etiam ad lentes plano-concavas et concavo-convexas possunt referri. Iis igitur lentibus, quae radios dispergunt, rerum species fieri virtuales semperque erectas atque minores, ex prioribus constat.

§. 23.

Omnis radius ex medio tenuiori in diaphanum crassius transgressus, nunquam non refringitur; id, quod non semper fieri solet, si ex diaphano crassiore in superficiem medium quodam tenuius terminantem inciderit. Ponantur enim exempli caussa aër et vitrum intermedia refringentia et sit i angulus incidentiae, r angulus refractionis, — habetur ex §. 14 $\sin r : \sin i = \frac{3}{2}$, unde $\sin r = \frac{3}{2} . \sin i$. Sin vero angulus i major evadit, quam $41^0\ 30'$, patet, sin r quoque majorem fieri, quam 1; id, quod nullo pacto esse potest. Inde sequitur, radium incidentem ex vitro non in aërem refringi, sed in vitrum ipsum totalem repercuti. Quamobrem angulus ille incidentiae, $41^0\ 30'$ efficiens, angulus reflexionis totalis appellatur. Propositionem hanc fusius hoc loco exposuimus, quum amplissimus ejus sit usus hunc in modum, ut luminis radii sub recto angulo deflecti possint aut ut prisma, tribus planis terminatum, cujus sectio transversa triangulum orthogonium idque aequicrurum exhibet, speculi loco adhiberi possit. Namque radius DE (cf. fig. 42) sub recto angulo in superficiem AB prismatis ABC ingressus, in hypotenusam AC irrefractus sub angulo majori, quam $41^0\ 30'$ illabitur, quo fit, ut ex prismate non in puncto E egrediatur, sed in illo ipso ad directionem lineae EG reflexionem eamque totalem patiatur. Quum enim ex legibus catoptricis angulos BEG et DEB aequales esse constet, radius EG sub eodem angulo, quo incidit, ex prismate exire rectumque angulum cum radio incidente formare debet. Haud secus igitur est, ac si in hypotenusam AC ingressus ab eaque secundum leges catoptricas reflexus esset.

§. 24.

Ut objecta ordinate lentibus depingantur neque depravatae eorum species appareant, radios in unum punctum refractione rursus colligi debere, ex iis, quae hactenus attulimus, intelligitur. Huc accedit, ut ad eundem finem superficies, in qua imaginem formari volumus, quam minime radios illapsos reflectat, sed nigro colore, quo omnia radiorum penicilla quasi hauriantur, sit obducta. Praeterea autem ad nitidas rerum imagines exhibendas aberratio sphaerica, quae appellatur, arceatur vel maxime necesse est. Quum enim supra explicabamus (§. 18), omnes radiationes ex uno puncto in lentes sphaericas, quae radios colligunt, illapsas, in unum rursus colligi, anguli incidentiae tam parvi ponebantur, ut sinus angulorum incidentiae angulis incidentiae ipsis proportionales sumi possent. Sed, quum sinus anguli refractionis et sinus anguli incidentiae certam inter se teneant rationem itaque radii ratione angulo incidentiae haud proportionali refractione deflectantur, sequitur, ut radii centrales ooooo (cf. fig. 43), qui parvulum cum axi optico angulum efficiunt ideoque centro lentis optico sunt proximi, in lentis focum F ordinatissime coëant, radii contra marginales mm et m′m′, qui majorem cum axi angulum includunt ideoque magis versus lentis latera secedunt, propter fortiorem refractionem citius illis conjungantur atque praesertim, quum lentes majoris amplitudinis aut inaequalibus sphaerarum portionibus praeditas radiis obverteris, a foco F aberrent, itaque ante eum et post in circulos aberrationis, ut appellantur, divellantur. Nil aliud igitur fieri potest, quam ut, etiamsi radii illi centrales magis quam radii marginales ad imagines vividas ac ordinatas deformandas pollent, radiorum illorum lateralium aberrationis circulis species permultum obfuscentur et quidem eo magis, quo amplior evadit singulus quisque aberrationis circulus atque quo majorem a foco illo distantiam tenet. Quae quum ita se habeant, lentes, sphaericitatem perfectissime elaboratam nactae, aut minoribus sphaerarum segmentis constructae aut denique circulo chartaceo exiguo ex margine obtectae, imaginem maxime luculentam ordinatamque projiciunt, propterea, quod radiorum marginalium minus accurata conjunctio prohibetur et, proportionaliter pluribus punctis in unum coëuntibus, radiorum refractorum pyramides in vertices acutiores desinunt. Id, quod praeclare potest demonstrari in Ophthalmotropio, a Ruete invento, quo, quum ejus amplissimus usus ex sequentibus magis etiam eluceat, medicus ocularius carere non debet [1]. Neque vero denique minoris momenti

1) cf. Das Ophthalmotrop, dessen Bau und Gebrauch von Th. Ruete in d. Göttinger Studien. 1845. pag. 134 u. 135.

ad rerum imagines turbandas aberratio ea, quae chromatica appellatur, nobis esse videtur. Lux enim naturalis albitudinis speciem prae se fert i. e. septem radiis coloratis diversis in certoque ordine positis, rubris scilicet, aurantiacis, flavis, viridibus, subcaeruleis, atro-caeruleis, violaceis est conflata, quos in ea ratione, quae ad albitudinem constituendam requiritur, conjungit atque emittit. Dividitur autem in radios illos coloratos, si in medium quoddam, nisi planis inter se parallelis diremtum, illapsa, fortiorem, quam solet, refractionem est passa. Quod ita esse, facile prismatis ope intelligi potest, quo lumen album dictum in hunc modum dividitur, ut radii illi colorati, qui conjuncti albetudinem constituunt, charta praesertim candida excepti, singuli seorsim possint discerni iterumque vero collecti albitudinem illam denuo exhibeant. Itaque id, quod supra posuimus, singulum quemque luminis radium lente refractum ex eadem simplicem quoque egredi, non ad omnes casus referri potest. Namque lumen album, quod, ad marginem lentis aggressum, per lentem aut irregulariter incurvatam aut minore curvaturae radio constructam, traducitur ideoque fortiorem patitur refractionem, in radios illos coloratos dispergitur, quibus diversam esse refractionis indicem atque a linea incidentiae declinationem, rubris scilicet minimam, violaceis maximam, fig. 44 [1]) docet. Quo magis autem discrepant refractionis indices radiorum binorum coloratorum, eo amplior evadit colorum dispersio simulque eo magis imaginum munda deformatio perturbatur. Sequitur ergo ex iis, quae diximus, ut aberratio illa sphaerica cum chromatica plerumque conjuncta esse soleat et si illa sit sublata, haec quoque tollatur. Ad prohibendam aberrationem sphaericam atque chromaticam lentes aplanaticae et achromaticae, ut appellantur, sunt constructae et quidem hae primum a Dollond inventae et a Frauenhofer ad summam perfectionem perductae.

§. 25.

Si lenti, quae radios colligit, tabulam vel telam ad picturas externarum rerum ante lentem propius longiusve positarum excipiendas, obvertis, non nisi in certa ac definita telae a lente distantia, ultra vel citra

---

1) Radii albi AB et AC ex puncto A in marginem lentis LM ingressi, refractione intra angulos EB'D et DC'E in radios coloratos divelluntur. Quorum violacei in lineam B'E, rubri in lineam B'D refringuntur. Neque igitur radii AB et AC in unum punctum post lentem coëunt, sed coloratorum radiorum suum cuique est punctum unionis, violaceis scilicet punctum v, rubris punctum r. Ab omnibus istis radiis coloratis invicem se intersecantibus circulus, cui DE est diameter, circulus aberrationis nominatus, includitur.

quam statim notabilis oboritur confusio, clara atque distincta imago in illa exhibetur. Nam quum, ut supra (§. 19) commemoravimus, radii ex objecto longinquiori lenti propius colligantur, ex viciniori contra remotius et quum post punctum conjunctionis radii ex objecto propinquo rursus divergentes facti, in circulos aberrationis abeant, ideoque distantiorum imagines eleganter praesentari nequeant et contra, sequitur, in eadem telae a lente distantia species remotiorum simul ac propiorum aeque vividas ac distinctas pingi non posse, sed has majus inter telam et lentem intervallum, illas minus requirere idque tanto minus, quo minore segmento sphaerico lens est constructa. Quamobrem ad confusionem imaginis tollendam lens antrorsum in propinquis, retrorsum in remotis probe depingendis moveatur necesse est [1])

§. 26.

Interponas aciculam inter lentem convexam et laminam albam, quae radios refractos excipit, ipsa, dum lenti proxime est vicina, in lamina nullo modo fit conspicua; sin vero magis a lente recedit, sensim umbram in lamina efficit eamque latiorem et magis circumscriptam, quo propius laminae accessit. Eodem modo, si lentem singulis punctis vel lineis nigris illinas, rerum imago in lamina delineata ne minime quidem perturbatur. Nam, quum a quovis puncto objecti ante lentem positi radii ad lentem tendant (§. 1), singuli quidem radii praeciduntur; ceteri autem satis validi exstant ad ordinatam imaginem formandam laminaeque illuminationem satis vividam servandam.

§. 27.

Quum (cf. fig. 45) candelam ardentem AB ante chartam nigram CD exili foramine pertusam ponis, in tela opposita EF ejus imago satis clara depingitur, propterea, quod, ceteris radiis foramine praecisis chartaeque nigretudine haustis eorumque inordinato in telam affluxu, radiorum principalium tantum conorum A x y et B x y inmissione eorumque in unum punctum delatione fit pictura. Quo magis autem tela EF a charta distat, eo amplior imago in ea existit.

1) cf. Hueck, Bewegung der Krystalllinse. Dorpat. 1839. pag. 25 seqq. und Ophthalmotrop. (l. c.) pag. 131.

B. PARS PHYSIOLOGICA.

§. 28.

Hac in rerum per lentes artificiales inmissione et luculenta repraesentatione nihil aliud, quam mirifica et artificiosa oculi fabrica nobis datur. Nam, sicut ad mundas imagines depingendas objectorum radiationes illarum refractione in unam eamque communem basin ordinatissime coïre debere, ex parte priori constat, ita in oculo quoque, ut clara distinctaque existat perceptio, rerum extra positarum radios non solum in tunicam retinam illabi, sed potius certis intermediis diaphanis refringentibus interpositis, in unum et quidem definitum punctum illius colligi ab eoque radios aliunde profectos arceri, plane est necessarium. Antequam vero, qua ratione luminis radii per oculum traducantur atque species in eo formentur, fusius explicamus, singula de oculi partium tam anatomia et structura, quam functionibus et usu, quoad hoc loco ad propositum nostrum requiri videtur, breviter praemittere juvabit.

§. 29.

Bulbus oculi, cujus in formam certae formae geometricae haud quadrant, capsulam refert membranosam, quae opaca posteriore tunica sclerotica, pellucida anteriore tunica cornea formatur. Musculorum autem actione, qui ei inseruntur, non a loco suo movetur vel trahitur, sed potius circa certum punctum circumvolvi potest cogitari, quod in omnibus ejus rotationibus immotum semper consistit. Id punctum Krause 12,2 ad 14,3^{mm}, Volkmann 12,4^{mm} a cornea remotum in corpore vitreo posuerunt. Cujus bulbi oculi partes nobilissimae, quae visus organum imprimis constituunt, in tres aparatus discretos possunt distribui, quorum primus ad refractionem, alter ad reflexionem luminis radiorum est constitutus, tertius denique illos vel refractos vel reflexos excipit atque percipit [1]). Apparatus dioptricus tribus superficiebus refringentibus,

1) E. Brücke, anat. Beschreibg. des menschl. Augapfels. Berl. 1847.

quarum curvaturae centra in axi oculi optico sunt sita, superficie scilicet anteriore tunicae corneae [1]), anteriore capsulae lentis ejusque superficie posteriore, atque quatuor (si aërem circumfusum assumseris) intermediis pellucidis refringentibus, aëre scilicet, humore aqueo cum substantia tunicae corneae, lente crystallina, humore denique vitreo est compositus. Ea linea, quae normaliter ad corneam demittitur ejusque nec non ceterarum superficierum refringentium centra usque ad mediam retinam, maculam scilicet luteam, trajicitur, axis oculi opticus s. axis externa appellatur et longitudinem $10\frac{1}{2} - 11'''$ explet. Omnibus istis et superficiebus et intermediis refringentibus varia inest refringendi vis eaque in singulo quoque oculo tam variis et dimensionibus radiisque curvaturae et refractionis rationibus sunt praedita, ut ea, quae seu de illis, seu de his Treviranus [2]), Volkmann [3]), Brewster [4]) et ante omnes Krause [5]) sunt commensi metisque terminarunt, plus minusve inter se discrepent atque, quamquam viri illi hac de re optime sunt meriti, tamen usque ad hoc tempus propter rei difficultatem certa ac definita nondum exstent. Primum igitur, quod attinet ad tunicam corneam, anterior ejus superficies sphaerae segmentum radio $3\frac{2}{3}'''—4\frac{1}{3}'''$ descriptum [6]) proxime imitatur; posterior vero curvaturam reddit parabolicam, cujus parameter $5\frac{1}{4}'''—6\frac{1}{5}'''$ explet. Neque vero ubique eadem crassitate est praedita, sed apud adultos media in parte ejus substantia tenuior (0,4'''), quam marginem versus (0,5''') evadit; contrarium evenit in foetu et neonatis. Sequitur post eam humor aqueus, qui, quum in spatio, inter superficiem posteriorem parabolicam tunicae corneae et anteriorem ellipticam capsulae lentis intercedente, contineatur ideoque earum figuram induat, Meniscum convexo-concavum, radios colligentem (§. 18) format, cujus refractionis index $= 1,3366$ fere aquae indicem aequat [7]).—Accedamus nunc

---

1) Superficiem ejus posteriorem in quaestione nostra negligere liceat.

2) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sinneswerkzeuge der Menschen und der Thiere. Bremen 1828. Heft I. pag. 22.

3) Wagner's Handwörterbuch. Art: „Sehen". pag. 270.

4) Edinb. phil. Journal. 1819 Nro. I.

5) Lehrbuch der Anatomie pag. 520 seqq. Meckel's Archiv für Anat. u. Physiolog. 1832. pag. 86. Poggendorf's Annalen der Physik u. Chemie Bd. 31. pag. 93; Bd. 39. pag. 529.

6) Krause l. c.

7) Brewster l. c.

ad lentem crystallinam, quae inter eas partes, quae apparatum oculi dioptricum componunt, locum tenet principalem. Superficies duabus inaeqnalibus coni sectionibus, quae in margine ejus connectuntur, sunt praecisae, quarum anterior pupillam et tunicam uveam versus tendens, proxime ad ellipticam formam, posterior globosior in fossam hyaloideam immersa, ad parabolicam maxime accedit. Duae autem lineae diametrae sunt distinguendae, quarum altera minor ($1\frac{4}{5}'''$—$2\frac{2}{5}'''$) axis lentis appellatur et a centro superficiei anterioris usque ad centrum superficiei posterioris trajecta, plerumque cum axi optico concidit; altera major ($4'''$—$4\frac{1}{10}'''$) per puncta marginis opposita traducitur. Massa lentis composita est ex substantia quadam viscida, fere fluida, diaphana, cellulas pellucidas pro materie organica primitiva fibrarum habendas continente — et ex fibris pellucidis, planis, ex margine rectis, quae in sectione transversa figuram hexagonalem praebent lentisque per massam admodum varia et contorta ratione in singulo quoque oculo traducuntur. Sunt autem hae fibrae dispositae in novem decemve fasciculos, qui in margine lentis latiores ($\frac{1}{260}'''$) ibi substantia illa viscosa quasi conglutinantur et ad axem versus angustiores facti ($\frac{1}{325}'''$—$\frac{1}{420}'''$) sphaerae sectorum instar sub angulis acutis concurrunt. Interdum rimas nonnullas tenerrimas inter se relinquunt, quae stellae figuram egregie referunt. In fasciculis illis lentis fibrae illae a margine lentis incipiunt axemque versus producuntur, ita tamen, ut quae mediam earum partem tenent, recta linea axem petant, dum eae, quae propius lateribus adjacent, neque axem attingunt neque cum vicini fasciculi fibris coëunt, sed ad extus deflexae atque cum adjacentis cujusque fasciculi fibris lateralibus sub angulis sphaericis convergentes, in margine lentis in circulos s. vortices concentricas abeunt. Inde fit, ut axis lentis spatium fasciculorumque interstitia axi vicina cellulis illis lentis expleantur. Praeterea autem in singulis fasciculis fibrae dispositae sunt in complures lamellas concentricas, quae squamarum cepae instar sibi incumbentes, quo magis a margine lentis ad centrum penetrant, eo minoribus interstitiis sunt sejunctae et quarum extremae substantia illa viscosa, quae intimis deest, connectuntur. Lens igitur crystallina, ut hac ex penitiori structura intelligitur, haud omnino ejusdem ubique est densitatis et consistentiae, sed circuitus exterior mollior circumfundit nucleum duriorem et solidiorem, cujus pars exterior eodem modo interiore est durior et qui figuram modo biconvexam, modo planoconvexam modo menisciformem praebet. Quare lentis crystallinae refringendi vis partem interiorem versus crescit eamque fortiorem nucleo, quam stratis externis, fortiorem interiori, quam exteriori nuclei

parti necessario esse insitam, prorsus liquet [1]. Aberrationem radiorum a communi foco, quamquam haud plane tollitur, in ejusmodi lente ex stratis variae densitatis conflata variisque refractionis indicibus praedita, saltem minorem esse, quam in lente homogenea, luce clarius patet. Est autem lens circumcincta capsula propria, pellucida, in vitrei modum ab omni structura privata, quae quidem ei non arcte adhaeret, sed cellularum pellucidarum strato ab ea est sejuncta. Oritur, ut Huschke [2] illustravit, ex integumentorum communium quadam invaginatione eorumque constrictione a tunica cornea sejungitur. Primum ejus paries posterior efformatur: postea ex iisdem integumentis, paries capsulae anterior enascitur, quum a peripheria ad centrum magis magisque tendant in eoque tandem concurrant et sensim coalescant. Quae omnia quum ita sint, lens crystallina cum capsula sua lentem biconvexam, quae radios colligat, praesentat. — Reliquum est intermedium refringens postremum, corpus scilicet vitreum, quod longe maximam cavitatis oculi partem occupat. Est autem tunica hyaloidea circumcincta, quae anteriora versus progressa, priusquam processuum ciliarium radices attingit, et in lamellam anteriorem crassiorem discurrit, quae zonula Zinnii appellata, lentis capsulae faciem anteriorem circumcirca ambit talique modo quasi ligamentum suspensorium lenti inservit, et in posteriorem tenuiorem abit, quae nomen tunicae hyaloideae retinet. Spatiolum, quod inter has lamellas intercedens, parva fluidi copia impletur et quamdiu processus ciliares in plicis zonulae Zinnii sunt inserti, parva amplitudine praeditum est, canalis Petiti dicitur. Emittuntur a tunica hyaloidea per corporis vitrei massam, quantum experimenta, quae usque ad hoc tempus ad indagandam ejus fabricam imprimis ab Hannover [3] sunt instituta, docent, membranulae plurimae pellucidae, tenerrimae, lumen paullulum refringentes eaeque in planis sunt dispositae, quae sphaerae sectorum instar quoquoversus per axem canalis hyaloideae foetalis collocata cogitari possunt et quo um intervallis humor vitreus proprie sic dictus comprehenditur. Corpus vitreum inter superficiem posteriorem convexam lentis capsulae et concavam tunicae retinae faciem interpositum, formam praebet Me-

1) Index refractionis lentis totius, si a singulis stratis discesseris, efficit 1,3839; stratorum externorum 1,3767; strati nuclei exterioris 1,3786; strati ejusdem interioris 1,3999. cf. Krause, Lehrbuch der Anatomie. pag. 544.

2) cf. v. Ammon's Zeitschrift. Bd. 4. Heft 3. pag. 279.

3) Entdeckung des Baues des Glaskörpers. Müller's Archiv. 1845. Heft V. pag. 467.

nisci concavo-convexi, luminis radios dispergentis, quia radius curvaturae posterioris convexae major evadit, quam anterioris concavae s. fossae hyaloideae (§. 18). Sed quum tunica hyaloidea, qua est circumdatum, a parte anteriore cum superficie posteriore capsulae lentis arctissime cohaereat et fere coaluerit, ita ut sine laceratione ab ea divelli non possit et quum a facie posteriore tunicae retinae usque ad oram serratam quam proxime assideat: superficiem ejus neque posteriorem neque anteriorem ad radiorum refractionem aliquid valere elucet. Huc accedit, ut index refractionis = 1,3394 ab aquae indice haud multum differat. Ad aberrationem illam sphaericam et chromaticam radiorum diminuendam atque tollendam tantummodo confert.

Sequitur nunc tunica retina, quo nomine apparatum oculi catoptricum nec non eum concipimus, qui luminis radios et refractos et reflexos excipit eosque percipit. Hujus officiis fungitur tunica ejus nervea, illius stratum ejus bacillosum, quod ei ad extus incumbit. Tunica nervea membrana est tenerrima, mollis, corpori vitreo arcte adhaerens, in oculis vivorum atque etiam recentissime mortuorum omnibus partibus plane pellucida [1]), paulo post mortem opaca. Cujus quum ad penitiorem structuram respexeris, quae recentissimis demum temporibus microscopii ope satis est illustrata et cognita, plane iisdem, quibus cerebrum, elementis organicis gaudet, ita, ut cerebrum oculi optimo jure appellari oculoque esse cerebrum et centrale et periphericum dici possit. Pronascitur quasi ex nervo optico, cujus prominens in scleroticam choroidemque introitus, colliculus s. papilla nervi optici appellatus, non jacet in axi optico, sed sinistrorsum vergit in oculo dextro, dextrorsum in oculo sinistro, ita ut centrum istius 3^{mm}—4^{mm} magis ad faciem nasalem accedat atque linea recta ab eodem centro usque ad externam tertiam corneae partem exporrecta, quae axis nervi optici vocatur, axem opticum sub angulo 20^0 intersecet. Centrum partis tunicae nerveae posterioris colore luteo in unius lineae latitudinem insigne apparet ibique macula lutea, s. flava, quam appellant, formatur, cujus pars media ad exteriora versus fere $1\frac{1}{2}'''$ a centro papillae nervi optici est remota. In ambitu maculae luteae praecipuum sentiendi facultatis domicilium est natura constitutum; quare, ut rerum visibilium imagines semper in ea formentur ideoque distinctis-

---

1) Quam pelluciditatem plerique, falsis theoriis opticis in errorem inducti, negarunt, quamquam experimentis jam a Mery anno 1704 primum institutis, nulla rei relicta est dubitatio (cf. Kussmaul, die Farbenerscheinungen im Grunde des menschlichen Auges. Heidelb. 1845. pag. 10. Brücke l. c. Anm. 37.

sime appareant, in visu directo axes oculorum optici in singulum quodque objecti punctum deinceps transferuntur et inclinantur. Quo remotiore a macula lutea vel ab axi optico loco imagines depinguntur, eo minus distincte et exacte a nobis percipiuntur. Nam tunica nervea antrorsum tendens usque ad 6^{mm} — 7^{mm} distantiam a choroidis et iridis confinio, fibrillis nerveis in spatium amplius distributis et magis magisque decrescentibus, sensim extenuatur atque in marginem abit dentatum, quem oram serratam s. marginem undulato-dentatam retinae nominant. Stratum bacillosum, quod membrana Jacobiana prioribus temporibus est dictum et etiam nunc a multis eodem nomine haud apte describitur, primum Brücke [1]) accuratius examinavit idemque reflexioni radiorum inservire praeclare demonstravit. Conflatur corpusculis pellucidissimis, lumen fortissime refringentibus, quae palorum instar constructa, $0,027^{mm}$ — $0,030^{mm}$ longa, $0,0018^{mm}$ crassa, perpendicularia atque conferta, ex parte interna plana vel convexa tunicae nerveae assident, ab externa in conum fastigata in vaginis sunt recondita, quae, a choroide profectae, pigmento istius nigro aut substantia quadam pellucida pauxillum lumen refringente obteguntur. Inter bacillos istos pali ampliores, qui eadem natura situque praediti, coni appellantur, certis et regularibus intervallis sunt dispersi. Qui bacilli et coni duplici modo ad imaginum in oculo depictarum vivacitatem conferunt. Primum, quum singuli in vaginas illas sint immissi, superficiem choroidis luminis radios haurientem amplificant eoque magis, quo profundius in stratum pigmenti sunt inserti; id, quod maxime fit in piscibus, minime in mammalibus. Non igitur possumus, quin in iis quoque, sicut in villis intestini tenuis, glandulis conglomeratis etc. naturae sapientiam atque artificium admiremur, quae in spatio parvissimo superficiem quam amplissimam, consiliis suis inservientem praebere semper studet. Praeterea autem bacilli illi ad imaginum confusionem emendandam et tollendam eorum radiorum, qui nondum pigmento nigro sunt absorpti, irregularem dispersionem prohibent eosque ad eandem tunicae nerveae partem, quam jam penetrarunt, repellunt. Lumen enim in singulum quemque bacillum illapsum, quum in eorum parietes sibi invicem adjacentes sub magnis angulis incidentiae irruat, fere totalem patitur reflexionem ideoque non ex uno in alterum bacillum transgreditur, sed ad pigmentum nigrum circumfusum reflectitur indeque

1) cf. Müllers Archiv 1844. über die physiologische Bedeutung der stabförmigen Körper und Zwillingszapfen der Wirbelthiere. pag. 444. — Anatomische Beschreibung d. menschl. Augapf. pag. 25.

in eadem tunicae nerveae elementa, quae jam transcurrit, repercutitur atque sine ulla dispersione in fundo oculi notabili, per pupillam, quam intravit, revertitur. Ex his intelligitur, cur animalia ea, quorum oculi tapeto, ut appellant, sunt praediti, in visu distincto nullo modo perturbentur. — Finita igitur trium illorum apparatuum, quantum licuit, descriptione, tunicae choroidis, iridis, musculi tensoris choroideae, quae organa omnia Brücke tunicam uveam appellat, jam mentionem faciamus, necesse est. Tunica choroides apparatum catoptricum extrinsecus obtegit faciemque internam tunicae scleroticae oblinit. Stroma ejus, ut microscopica docet disquisitio, nucleis constat rotundis vel ellipticis, cavis, ut videtur, membrana cellulosa circumfusis, quae ex ambitu in duas oppositas vel plurimas partes tubulos emittit tenerrimos modo rectos, modo serpentino flexu incedentes iisque cum vicinis coalescit. Post partum autem tubuli illi fluido, fusci pigmenti granula continente, imprimis circa nucleos conferti atque intumescentes apparent, ita ut reticulatam pigmenti figuram egregie referant. Istis porro ad intus incumbunt cellulae sexangulares, nucleo praeditae, quorum singulis fusci pigmenti granula ita instrata tenentur, ut medio tantum lucidiori puncto, quod nucleo respondet, instructae appareant. His cellulis stratum pigmenti s. pigmentum nigrum, ut nominatur, formatur, quod in parte choroidis postrema tenue evadit et in papillae nervi optici regione plane deest. Quod stratum pigmenti ad satis nitidas rerum imagines in oculo sistendas vel maxime valet, quum radios tunicam retinam penetrantes maximam partem hauriat eorumque nimiam reflexionem tollat. Qua de caussa, ii, quorum oculi pigmento nigro sunt destituti, lumen splendidum non patiuntur, sed sub vesperam in crepusculo distinctius vident. Ubi pigmentum ad oram retinae serratam pervenit, densiorem nanciscitur naturam, sed processuum ciliarium prominentias nigritudine liberas relinquit atque ad superficiem posteriorem Iridis transiens, usque ad marginem pupillarem eam obducit ibique finem capit. In limbo anteriore tunica choroides conspicitur introrsum elevata in processus numero circiter septuaginta, qui processus ciliares nominati, plicis zonulae Zinnii sibi respondentibus excipiuntur iisque sunt agglutinati. Extra eos communi tunicae corneae et scleroticae confinio musculo tensore choroideae [1] est annexa, cujus fibrae musculares transverse striatae, remota sclerotica, speciem praebent annuli subfusci, qui circum partem anteriorem choroidis est circumductus, eaeque

1) Qui musculus nominibus „ligamenti ciliaris. orbiculi ciliaris, circuli ciliaris etc.“ ab anatomicis usque ad hoc tempus est descriptus.

ex parte posteriori antrorsum productae, in parietem interiorem canalis Schlemmii inseruntur. Qui musculus, quum contractione sua circuitum, qui ab ipso et tunica choroide et cornea formatur, in angustius coarctet, tunicam choroidem atque retiformem corpori vitreo arctius adstringit; praeterea autem zonulam Zinnii processibus ciliaribus conglutinatam antrorsum elevat et ita spatii inter lentem processusque ciliares quam minimi intercedentis nec non canalis Petiti turgorem diminuit. Qua musculi actione lentem crystallinam anteriora versus protrudi, maxime est verisimile. Magis ad anteriora ab illa alligatione, hoc musculo facta, tunica choroides introrsum axem opticum versus a sclerotica, cui adhuc insederat, secedit atque in Iridem provehitur. Quae in humore aqueo fluitans, lentis marginem obtegit atque spatium inter corneam lentemque interpositum in duas partes, cameram scilicet anteriorem et posteriorem, disjungit. Media fere in parte pertusa est foramine, 5''' per diametrum continente, quod pupilla dicitur, ita ut versus tempora sit latior, versus nasum angustior. Inseruntur autem ejus massae duo musculi, musculorum organicorum natura praediti, quorum alter, musculus contractor s. sphincter pupillae, quum annuli instar circiter 1^{mm} lati marginem pupillarem circumdet, constrictione sua pupillam coarctat; alter, musculus dilatator pupillae, prope ad ambitum corneae a facie interna membranae Descemetii ortus, fibris longitudinalibus radiorum instar ad marginem pupillarem provehitur illamque dilatat. Iris, quum lentis marginem operiat, vicibus fungitur diaphragmatis artificialis, quo lentem vitream ad aberrationem sphaericam et chromaticam emendandam et prohibendam munire solemus (§. 24) solisque radiis centralibus aditum praebet, marginalibus denegat. Deinde, ne tunica nervea nimis fortiter vel nimis leviter lumine irritetur atque, ut modo praecisis superfluis, modo admissis pluribus lucis radiis necessariis imago satis luculenta formetur, pupillae apertura copiae atque intensitati luminis convenit eamque tunicae nerveae sensibilitati adaptat. Angustatur nobis insciis, si objectum fuerit nimis splendidum aut tunica nervea nimis sensibilis; ampliatur, si debiliori in oculum lumine radiaverit. Sed exstant contra observationes, quae in vividiori luce pupillam dilatatam, in debiliori angustatam docent [1]). His iridis motibus automatica est indoles iique ex ipsius ce-

1) cf. Himly, Einleitg. zur Augenheilkunde. Göttg. pag. 32.
Grappengiesser, Asclepieion. 1811. Bd. II. pag. 1334.
R. Whytt, Essai on the vital and animal motions. pag. 130.
Fowler, Experim. and observ. relative to the influence lately discovered by M. Galv. Edinb. 1793. pag. 88.

rebri interventu oriuntur, quod irritationem, lumine retinae inflictam atque per nervum opticum ad ipsum propagatam, nervo oculomotorio communicat ejusque vim motricem ad iridis motum impellit. Sed etiam motus associati, quorum caussam adhuc nondum satis exploratam habemus, in iride nobis occurrunt. Actione enim musculorum rectorum internorum, id, quod in explorando iridis motuum gradu probe est notandum, oculis introrsum rotatis, pupilla, etiamsi luminis intensitas neutiquam est commutata, constringitur; in pristinam amplitudinem redit et dilatatur, quum musculorum rectorum externorum vi axes optici in minorem convergentiam aut in parallelismum fuerint directi. — Quae omnia quum ita se habeant, ad camerae obscurae fabricam fere quadrat oculi humani artificiosa structura. Nam vitri camerae refringentis vicem subeunt intermedia oculi refringentia; chartae vel telae oppositae locum supplet tunica retina, interioris camerae nigritudinis vicem praestat tunica uvea. — Haec de oculi fabrica mihi proferenda videbantur. Verum enim vero, quomodo objectorum radiationes per oculum traducantur speciesque in eo pingantur, accuratiori examini jam submittamus.

§. 30.

In describendo radiorum per oculum decursu haud multum interest, ut singulas superficies intermedia oculi diaphana dirimentes seu ellipticas seu parabolicas, in formam sphaericam esse curvatas ponamus. Sit igitur (cf. fig. 46 tab. II.) P punctum lucidum in axi optico PO collocatum, cujus distantiae oculus sit accommodatus, tum radii ex eo in oculum effluentes toties patiuntur refractionem, quoties intermedia pellucida in refringendi indicibus inter se differunt. Quorum alii iique marginales ab Iride excipiuntur et aliqua ex parte absorbentur, alii a superficiebus convexis et concavis reflectuntur, alii denique iique centrales per pupillam transeunt et hunc in modum refractione diriguntur, ut in unum rectinae punctum in axi optico situm O rursus colligantur ibique imaginem puncti lucidi P depingant. Inter hos is, qui in axis optici directione illabitur, PO infractus oculum penetrat. Luminis igitur pyramidem s. conum P x y hi efficiunt, cujus cuspis P in puncto lucido, basis x y in cornea est sita, axis est axis opticus prolongatus, iique ita intermediis pellucidis sunt refracti, ut ipsorum in retina concursu altera pyramis, cujus vertex O in retina, basis x y in cornea insidet, axis est idem axis opticus, priori respondeat (§. 20). Si jam refractionis modum, quem singulus luminis radius in oculo patitur, accuratius examinemus, radius P a, ex puncto lucido P (cf. fig. 47) in axi optico PO sito

sub angulo incidentiae Pab in punctum a tunicae corneae incidens, quia cornea aëre circumfuso est densior, versus perpendicularem a e refringitur et in radium refractum a i sub angulo refractionis minore eai provehitur. Deinde radius ai ex humore aqueo in densioris lentis crystallinae capsulam anteriorem provectus ad normalem di accedit et quidem eo propius, quo magis interiorem lentis substantiam penetrat et in radium refractum if inflectitur. Per lentis massam usque ad capsulam ejus posteriorem propulsus et in corpus vitreum incidens, ob rariorem ejus densitatem a perpendiculari fg recedit; deinde nullam a directione sua declinationem passus, in axis optici simulque retinae punctum O defertur. Id, quod de radio Pa disseruimus, ad omnes radios centrales ejusdem luminis coni a puncto P profecti, referri potest. Qui, si oculum distantiae puncti radiantis P bene accommodatum posueris, ad unum tunicae nerveae punctum in fine posteriori axis optici situm, centrum scilicet maculae luteae (§. 29) rursus coëunt ibique puncti lucidi imaginem sistunt. Deinde tunicam nerveam pellucidam penetrantes et in bacillos conosque illos illapsi, ex parte, ut supra jam demonstravimus, pigmento nigro hauriuntur, ex parte autem ad eandem maculae luteae partem, quam transgressi sunt, repercutiuntur. Qui radii reflexi ex concursu in tunicam nerveam divergentes facti, ad intermedia oculi refringentia revertuntur atque in contrariam directionem plane eandem viam, qua a puncto lucido incidentes per intermedia refringentia ad tunicam retinam convergebant, prosequuntur itaque per pupillam ex oculo redeunt. Inde secundum leges dioptricas fundamentales sequitur, radios redeuntes, quamvis jam per oculi intermedia permeaverint ex oculoque sint egressi, cum radiis intrantibus plane congruere i. e. omnes ex puncto O, in quod refractione concurrerunt, ad punctum radians P, ex quo sunt profecti, revenire debere. Qua ex re porro concludendum est, punctum P quoque imaginem puncti O esse oportere, si istud radians sumseris. Quae de objectis quoque lucidis ante oculum positis dici possunt [1].

§. 31.

Obvertas porro oculo punctum lucidum non in axi optico collocatum, ad situm imaginis ejus eruendum, ea, quae in §. 20 de radio di-

---

1) Quae huc usque de radiorum in oculo decursu disseruimus, proposito nostro sufficiunt. De accuratiore hujus rei investigatione cf. Listing, Beitrag zur physiologischen Optik in d. Göttg. Studien. pag. 55—67. — Volkmann, in Wagner's Handw. Art. „Sehen." pag. 282—285.

rectionis s. principali discussimus, hoc loco in subsidium sunt vocanda. Supponamus enim (cf. fig. 48) conum radiorum, qui ex puncto lucido A non in axi PO sito ad oculum tendunt: radius AB, qui, media ejus parte illapsus, centrum opticum C omnium intermediorum refringentium transcurrit ibique axem opticum intersecat, per oculum recto tramite usque ad retinam provectus et irrefractus potest haberi. Ea autem recta linea imaginaria, quae puncta extrema A et B radii illius secum jungit, axis secundarius s. linea directionis s. visoria appellatur, quia locum imaginis in retina depingendae designat in ejusque directione res visa ad extus defertur. Qua in linea visoria omnium ejusdem coni radiorum intersectione imago puncti lucidi A est sita eaque in retina, si illius distantiae oculi refringendi vis sit adaptata, delineatur. In bona tantum oculi accommodatione et visu directo lineae directionis cum radiis directionis concurrunt; attamen in mala accommodatione et visu indirecto, ut ex sequentibus patebit, plane ab iis differunt probeque sunt distinguendae. In visu tam directo, quam indirecto axem opticum seque invicem in uno certo puncto, quod punctum decussationis linearum directionis dicitur, intersecant. Quod punctum Volkmann [1]) prioribus temporibus cum eo puncto, circa quod immotum oculi bulbum rotari potest cogitari (§. 29), confudit et 5,6''' post centrum superficiei posterioris corneae situm esse putavit; postea vero [2]) opinione ista falsa deposita, 1,6''' a puncto illo remotum, circiter 3,97^{mm} post centrum superficiei anterioris corneae aut circiter 0,43''' ante centrum superficiei posterioris capsulae lentis collocavit; cui loco ea quoque quae Listing est commensus, prope assentiuntur. — Quae quum ita sint, quomodo species ab objectis lucidis in oculo depingantur, ex iis, quae diximus, jam elucet. Si enim est (cf. fig. 49) AB objectum visibile, a quovis vel minimo ejus puncto radiorum pyramis ad oculum tendit (§. 1). Ponamus ergo ex punctis extremis A et B radiorum penicillum egredi, lineae directionis Aa'a et Bb'b, quae per punctum O, punctum decussationis linearum omnium directionis, producuntur ibique axem opticum POO' seque invicem intersecant, usque ad retinam productae loca specierum punctorum illorum designant. Omnes autem radii ad eundem conum pertinentes hunc in modum patiuntur refractionem, ut lineas illas directionis in uno puncto et quidem in retina intersecent, si oculus objecti AB distantiae bene sit ac-

---

1) cf. Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig. 1836. pag. 35. seqq.

2) cf. Wagner's Handwörterb. Art. „Sehen.“ pag. 274 et 289.

commodatus, ibique terminum communis baseos b a statuant, intra quem species omnium objecti punctorum ordinentur. Imago b a igitur in retina depicta tot imaginibus est composita, quot radiorum penicilla a singulis objecti AB punctis sunt emissa. Sed, quum lineis directionis post decussationem communem semper in contrarias retinae partes res visae deferantur, species objecti AB quoque inversa situque permutato formatur, ita ut dextra videlicet in objectis ad sinistra in imagine, sinistra in dextra, supera ad ima, ima ad supera deferantur ab objectisque erectis inversa fiat pictura et inverso ordine. Praeterea autem minor objecto evadit, quia illud, ut distincte appareat, duplici foci distantia remotius ab oculo recedere est coactum (§. 21). Quae omnia ita esse, et Ophthalmotropio [1]) et oculis mortuis, quibus tunica sclerotica et choroides circumcirca est abrepta, luculenter demonstrari potest; immo vero in oculis vivis experimento illo Volkmanni [2]) haec ita confirmantur, ut de eorum veritate nulla relinquatur dubitatio.

§. 32.

Ante quam vero ad reliqua pergamus, experimentum illud Scheineri [3]), quippe quod ad quaedam in theoria visus explicanda maxime valet ejusque in sequentibus amplissimus est usus, accuratius a nobis hoc loco perlustrari, haud alienum est. Contemplantibus enim nobis coelum serenum, oculo lamina obtenta, quam duobus foraminibus, minore, quam pupilla nostra, intervallo remotis, acicula transfiximus, haecce se offerunt. Foramina ista in duos circellos (cf. fig. 50) distrahuntur vel ampliantur, qui, si lamina longius ab oculo distat, sejuncti conspiciuntur, in ambitu autem se invicem perstringunt atque etiam, si propius illa magis magisque adducitur, mutua intersectione implicantur. Commune segmentum a b c d, quia a duobus linearibus radiorum penicillis, foramina ista subintrantibus, eodem tempore illuminatur, multo magis albicat, quam quae extra jacent. Quodsi tertium vel plura etiam laminae foramina in eodem pupillae intervallo accesserint, tot circelli, quoties ista est pertusa, eodem modo exsurgunt. Circellorum ambitus pupillae amplitudini respondet, ita ut ejus motibus communis segmenti modo conniven-

1) cf. l. c. pag. 136.

2) cf. Wagner's Handw. l. c. pag. 287. Ruete, Handbuch der Ophthalmolog. pag. 57.

3) Scheiner, Oculus s. fundamentum opticum. pag. 37 seqq.

tis, modo dehiscentis oscillationes succedant. Itaque hoc experimento suae quisque iridis motus post lamellam egregie observare potest. — Ponamus porro objectum quodlibet v. g. aciculam in lucidiori illa amborum circulorum communi portione, in una tantum eaque certa distantia, cui oculus est adaptatus, simplex conspicitur; si propius accesserit aut longius recesserit, geminata apparet et quidem, si plura foramina in lamina adhibueris, toties repraesentatur, per quot foramina aspicitur. Cujus rei caussa in promtu est. Statuamus enim in axis optici puncto a (cf. fig. 51) aciculam, cujus distantiae oculus sit accommodatus, radiationes ex ea per foramina F et F′ laminae OP subingressae, in unum punctum retinae x, ut ex prioribus patet, coëunt ibique simplicem exhibent picturam. Sit porro b altera quaedam acicula, propius oculo adjacens, radii b c c′ et b d d′ pone tunicam retinam in punctum t exporriguntur (§. 19); quo fit, ut in retina ipsa in circulos aberrationis abeant ibique in punctis r et s duas discretas imagines aciculae b forment. Contra, si in aciculam b visum intendas, (cf. fig. 52) acicula remotior a geminabitur, quia radii a c c′ et a d d′ ante retinam in punctum z concurrunt (cf. ibid.) et in punctis discretis r′ et s′ illam irritantes, duplicatam eliciunt speciem. Quo in experimento haec notanda sunt. Si in aciculae vicinae aspectu laminae foramen dextrum obtegitur, specierum geminarum sinistra evanescit et vice versa; contrarium contingit in remotioris aciculae obtutu; quodsi enim dextrum foramen obumbraris, dextra; si sinistrum, sinistra quoque imago peribit. — Sed non solum geminata, sed etiam ex margine colorata, ut Purkinje [1]) monuit, acicula et nimis vicina et nimis remota spectatur et quidem illa ex margine exteriore coeruleo, ex margine interiore rubro-flavo colore ornata; haec in contrario ordine colores istos monstrat. Evanescunt colores, si in id punctum acicula pervenerit, quo simplex apparet; exsurgunt denuo, si acicula citra illud vel ultra provecta geminatur. Haud igitur achromatica esse intermedia oculi refringentia, hoc experimento praeclare probatur.

Experimentum illud Scheineri a Young [2]) luculenter est variatum. Si enim (cf. fig. 53) filum op, cujus in directionem per chartae foramina F et F′ oculus prospiciat, extenditur, punctum x, cujus distantiae oculi refringendi vis sit adaptata, simplex apparebit. Attamen punctum r propius oculo accedens ex iisdem caussis, quas supra statuimus, du-

---

1) Neue Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. Berl. 1825. pag. 181 seqq. Froriep's Notizen Bd. IX. pag. 348.

2) cf. Philosoph. Transact. Year 1801.

plex in punctis r′ et r″ conspicitur; quodsi vero etiam propius ad oculum admovetur v. g. in punctum s, species duplices s′ et s″ majore intervallo, quam antea, distant. Idem de punctis t et z, ab oculo justo longius remotis, eorumque imaginibus geminatis t′ et t″, z′ et z″ valet. Hoc quoque in experimento secundum eadem principia optica, quae in experimento Scheineri attulimus, species geminata fili propioris o x, si chartae foramen obtexeris, ex parte opposita; fili remotioris contra x p eodem ex latere extinguitur. Quae quum ita sint et quum praeter unicum fili punctum x omnia ejus puncta geminata appareant eorumque inter species duplices eo majus intercedat spatium, quo longius eadem inde a puncto x seu ad oculum accedant, seu ab eo removeantur: duo fila s″z′ et s′z″ in puncto x invicem se intersecare videntur. Quae filorum decussatio, prout oculum ad punctum vicinius aut remotius adaptaveris, modo sursum modo deorsum tendit. — Simili modo Porterfield et alii experimentum Scheineri variarunt.

§. 33.

Quodlibet vel minimum tunicae nerveae punctum, si aetheris vibrationibus (§. 1) aut irritamentis aliis ex caussis, nimio scilicet sanguinis affluxu, pressu in bulbum facto, galvanico aut electrico apparatu oriundis, impellitur, peculiari quadam sentiendi virtute seorsim a ceteris punctis suam, quam passum est, impressionem vel alterationem ut lumen et colores apprehendit eamque per nervum opticum ad commune sensuum receptaculum propagat. In sensorio communi visio ipsa procreatur ab eoque, quum tunica nervea directionem determinet, foras producitur. Omnia autem irritamenta, in quibuscunque directionibus quodvis tunicae nerveae punctum percellunt, in directionem lineae visoriae, quae eidem puncto semper eadem manet, nunquam non ad extus porriguntur. Quod ita esse, experimento illo Scheineri, de quo in §. antecedenti plura verba fecimus, praeclare potest demonstrari. Nam, quum (cf. fig. 54) si aciculam propiorem b contemplamur, foramine F obstipato, imago t evanescat et contra, species s nullo modo in directione radiorum bd′d, sed in lineae visoriae extra productae s x t directione apparere, eodemque modo imaginem r non in directione radiorum b c′ c, sed in lineae visoriae r x o in punctum o deferri manifestum est. Eadem demonstratio, acicula remota g aspecta (cf. fig. 55) locum habet. Nam si foramen F′ intercipitur, imago ejusdem lateris y peribit, quia pictura in retina s′ linea visoria s′ x y in eandem plagam defertur; si foramen F occultatur, imago z eadem ex caussa tollitur. His praemissis ratio plane evincitur,

cur, quamquam rerum visibilium imagines situ semper permutato in oculo delineatae sint, eodem tamen situ, quo revera utuntur, in conspectum veniant. Quam rem physiologi et physici variis iisque maxime intricatis hypothesibus jamdiu enucleare studuerunt. Alii in tactus sensu, impressionibus in retina cerebroque factis sese intermiscente et subveniente — alii in musculorum bulbum rotantium actione ad sensorium propagata eique praesentata caussam posuerunt — alii denique, ut de ceteris taceam, situm imaginis ei directioni, qua luminis radii vel aliud quoddam irritamentum tunicam nerveam percellerent, respondere opinati sunt. Quas omnes conjecturas tam oculi physiologia, quam pathologia (cf. historiam morbi sequentibus additam) plane refutat. Nil autem difficultatis in re illa probabiliter explicanda occurrit, quum ea, quae in prioribus tractavimus, recte perpenderis. Si (cf. fig. 56) oculo objectum radians AB obvertitur, imaginem istius b a situ inverso formari, supra explicavimus. Sed, quamquam ad singulum quodque imaginis punctum valde variis in directionibus radii ab objeclo tendunt, tamen omne hujus punctum in una tantum eaque certa directione percipitur et quidem in directione lineae visoriae, quae propter bonam oculi accommodationem hoc in casu cum radio principali in unum concurrit. Hinc exempli caussa punctum a linea visoria a x A in punctum oppositum A transfertur; eodem modo punctum b linea visoria b x B in punctum alienum B foras producitur itaque inversa eriguntur. Objectum AB igitur eo situ, quo re vera gaudet, cernitur. — Ex hac eadem linearum directionis doctrina caussa est repetenda, cur iis, quorum tunicae nerveae pars dextra paralysin est nacta, chartae albae oppositae pars sinistra obscuretur et vice versa; si illius pars superior, chartae inferior et contra. Patet praeterea ratio, cur figurae illae, quae ex pressu in bulbum facto aut ex galvanici apparatus irritamentis oriuntur, semper contrariam retinae partem occupent.

§. 34.

Quum radiorum penicillum a quolibet rei visibilis puncto in oculum ingressum ad ordinatam istius imaginem delineandam in unum quoque retinae punctum, ut ex prioribus intelligitur, congregetur necesse sit — et quum ex opticis constet (§. 19), punctum unionis radiorum ex objecto propinquiori effluentium ulterius post lentem exporrigi, quam ex remotiori emanantium: necessario sequitur, objecta uno certoque tantum intervallo ab oculo remota, distincte percipi atque rerum vicinarum et longius dissitarum imagines eodem tempore nullo modo in unum retinae punctum colligi ideoque haud aeque vividas posse depingi. Sed, quum

in distantiis valde variis exacte res discernere possimus, necessario oculum, ut dicimus, mutari liquet et quidem ita mutari, ut oculorum refringendi vis omnicunque rerum distantiae bene se adaptet. Quam necessariae sint mutationes istae internae, jam hocce experimento, quod vario modo potest institui [1]), evincitur. Si enim, altero oculo clauso, aciculas duas determinata quadam distantia in eadem recta linea altera post alteram collocatas intuearis, remotior confusa nebulaque circumdata nec non geminata cernitur, ubi ad propiorem visus intenditur, contra vicina, ubi remotiori oculus se applicat. Quamquam illarum imagines in axi optico jacent seque invicem obtegunt, tamen vis quaedam voluntaria et sensibilis requiritur, ut modo altera, modo altera acicula clare ordinateque cernamus. Ante omnia autem ex experimento illo Scheineri [2]) luce clarius patet, eos solos radios, qui ab objectis in certa oculique vi refringendi apta distantia positis egrediuntur, in retina uniri, eos contra, qui a propioribus emanant, post eam, qui a remotioribus jam antea concurrere indeque depravatas geminatasque exoriri species. Praeterea quoque ex speculo oculi [3]) hujus rei veritas praeclare convincitur. Et sane mirum, quod nonnulli iique viri clarissimi [4]) observationibus nimis obiter institutis seu formulis mathematicis false adhibitis inducti, mutationes istas ut plane inutiles repudiarunt. Quaeritur autem, quaenam sint mutationes illae internae, quomodo et quorundam oculi organorum ope perficiantur? qua de quaestione variis ac fere innumeris theorematibus, quae omnia hic enarrare et dijudicare a proposito nostro abhorret, ab omnium fere temporum anatomicis, physiologis, physicis est disceptatum. Alii, ut potissima afferam, in lentis crystallinae et corneae convexitate modo conglobanda modo complananda caussam posuerunt viresque hanc mutationem efficientes partim in ipsius lentis fibris muscularibus, partim extra eam in alternante corporis ciliaris adstrictu et

---

1) cf. Hueck, Beweg. d. Krystall. Dorp. 1839. pag. 4 et 20 seqq.
Volkmann, l. c. pag. 111.

2) Quod quidem Engel (cf. Prager Vierteljahrsschrift. Jahrg. 7. 1850 pag. 167) hanc ad rem probandam injuria plane refutare studet.

3) cf. Helmholtz, Beschreibg. eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzh. im lebend. Auge. Berlin 1851. pag. 37.

4) Haller, Physiolog. Tom V, pag. 507 seqq.
De la Hire, Journal des savans. 1685 et Memoires de Mathematique et de Physique. Par. 1693. 4. pag. 233 seqq.
Treviranus, über die blättrige Textur der Krystalllinse des Auges. Bremen 1835.
Magendie (Précis élément. de Physiolog. 1. pag. 73 edit. 2.)
Nuperrime Engel l. c.

remissu quaesiverunt. Neque minor est eorum numerus, qui solis Iridis motibus peculiarem illam oculi facultatem tribuerunt. Exstiterunt jam nonnulli, qui vi alternante musculorum conjuncta bulbum modo comprimi modo in orbitam retrahi statuerunt axemque opticum modo prolongari in propioribus, modo abbreviari in remotioribus recte videndis docuerunt. Sed quinam musculi officium vel munus istud exequerentur, valde inter se dissenserunt. Namque alii in propioribus distincte cernendis musculos rectos, alii obliquos maxime valere affirmarunt; alii plane contrarium contenderunt et remotioribus probe cognoscendis musculos rectos inservire maluerunt [1]. Quae omnes conjecturae de peculiari illa oculi facultate in medium prolatae tam infirmis innituntur rationibus atque tot tantisque argumentis et ex physiologia et ex statu pathologico repetitis contradicunt [2], ut recentiori aetate fere ab omnibus ut plane falsae sint reprobatae. Illud vel potius maxime arridet, quod, quantum nobis et ex investigationibus anatomicis et ex observationibus physiologicis atque pathologicis adhuc innotuit, musculo tensori choroideae (§. 29) primae partes in oculi accommodatione deferuntur ejusque vi contractiva et expansiva ad propiora discernenda lens crystallina antrorsum protruditur, ad remotiora retrorsum recedit [3]. Attamen de modo, quo musculus ille munere isto fungatur, nondum satis certiores sumus facti (§. 29). — Nihilo minus autem, quamquam errant et qui solis pupillae vicibus et qui musculorum bulbi sola actione mutationes illas oculi perfici putant, tamen pupillae axiumque opticorum motus ad claram simplicemque visionem eliciendam et cum oculi accommodatione et inter se ipsos arctissime cohaerere, omnibus nota probataque est res. Caussam enim, cur in fortiori luce pupula coarctetur, debiliori autem amplietur, supra exposuimus (§. 29). Eadem caussa hic valet. Nam quum, quo remotior sit res visibilis, eo rariores vel debiliores esse radios ab ipsa emissos, ex §. 1 constet, pupillae coarctationem in propioribus spectan-

---

1) Rem abunde tractatam invenies in Hueck l. c. pag. 36 seqq.
Treviranus, Biologie Bd. VI. pag. 512 seqq.
Müller, Physiologie. II. pag. 329 seqq.
Volkmann, l. c. pag. 105 seqq.
Ruete, l. c. pag. 97 seqq.

2) cf. historiam morbi infra additam.

3) Quae opinio imprimis a Porterfield (Treat. on the Eye. Vol. I. Lib. III. cap. 3. Medic. Ess. of Edinb. Vol. IV.), ab Hueck (cf. l. c. pag. 59 seqq.), Brewster (über die Fähigkeit des Auges, sich verschiedenen Entfernungen der Gegenst. anzupassen in Gilbert's Annalen d. Physik Bd. 78. pag. 271), aliis illustrata et confirmata est.

dis, ampliationem in longinquioribus aspiciendis necessario fieri, sequitur [1]. Neque minus porro mutationes oculi internae simul cum axium opticorum inclinatione ad visum distinctum eliciendum convenienter succedunt, ita ut, si propiora intueamur, punctum istorum intersectionis magis ad oculum accedere sit coactum, quam in remotioribus spectandis. — Expeditis his quaestionibus, altera occurrit, utrum peculiaris illa oculi se adaptandi vis in propioribus, an in distantioribus cognoscendis sit efficax. Plurimi iique recentissimi in eo consentiunt, quod ad remotiora illam esse otiosam oculique vires mutantes in summo presbyopiae statu quiescere putant. Qua de caussa, si quis ad visum suum paullo attentior est, nisum et peculiarem defatigationis sensum quendam in rebus proxime adsitis continuo aspiciendis apprehendit, quem, qui remotiora intuentur, nunquam animadvertunt. — Distinctissime autem objecta minutiora vel mediocri magnitudine praedita in distantia 8 — 10 poll., distantia visionis appellata, ab oculis sanis bonaque refringendi vi praeditis discernuntur. Sin vero objectum propius propiusque admovetur, punctum denique extremum s. terminale distinctae visionis in omnibus oculis existit, citra quod illud, si ordinate et distincte cernere velis, appropinquari non debet; quod punctum in variis oculis, modo propius, modo longius distat. Ab oculo sano bonaque se adaptandi facultate gaudente circiter 4 — 5 poll. est remotum.

(Hoc loco nervi oculomotorii et abducentis paralyseos casum singularem atque rarissimum, quem observasse quam maxime mihi gratulor, breviter enarrare mihi liceat. Cornel. Leck, sutor Lipsiensis, viginta duos annos natus, corpore parvo et robusto praeditus, die XXX mens. Jan. 1852 nosocomium ophthalmologicum Göttingense adiit. Interrogatus, tertio aetatis anno, ut a parentibus audiisset, morbillos in iisque oculorum inflammationem superasse atque ex eo tempore morbum, quo nunc esset affectus, nactum se esse edidit. Inde a morbillis semper omnino optima valetudine se gavisum esse et etiam nunc frui affirmavit. Plura de morbi aetiologia proferre nequivit. Exploratio accuratior haecce prodidit: Amborum oculorum palpebrae superiores, quarum musculi levatores jam in primo conspectu paralytici apparebant, plus parte dimi-

1) Quas pupillae vices in videndis modo vicinis, modo longinquis Olbers (Diss. inaug. phys. de oculi mutationibus internis. pag. 12.), Treviranus (Beitrg. zur Anat. und Phys. d. Sinneswerkz. Bremen 1828 pag. 34) sunt commensi tabulasque de iis statuerunt.

dia tunicam corneam obtegebant atque nonnisi digitis adjuvantibus poterant levari. Neque vero alternante musculi orbicularis constrictione et relaxatione palpebras claudendi et usque ad mediam fere corneam aperiendi facultas erat sublata. In conjunctiva palpebrarum, scleroticae et corneae nec non in ceteris bulbi organis nulla morbi signa exstabant. Praeter musculos levatores palpebrarum ceteri quoque musculi, qui nervi oculomotorii ramis gaudent et musculi recti externi in ambobus oculis paralysi erant affecti. Axes optici in parallelismum atque etiam in divergentiam erant directi neque recta introrsum aut extrorsum aut sursum aut denique deorsum, neque deorsum et introrsum aut sursum et introrsum aut denique sursum et extrorsum pupilla volvi poterat. Bulbus oculi, id, quod ex experimentis saepissime institutis patefactum est atque aperte poterat distingui, circa eum solum axin, qui oblique ab exteriore corneae parte ad interiora et posteriora horizontaliter tendit, musculi obliqui superioris actione deorsum et extrorsum circumgyrabatur qua in rotatione semper segmentum circuli, qui ex centro pupillae oblique extrorsum actus potest cogitari, sequi videbatur. Pupula non solum propriis motibus normalibus gaudebat atque extracto Belladonnae instillato justo modo poterat dilatari, sed vel potius tam vivaces prae se ferebat oscillationes, ut hippum fere aequarent. Neque vero oculorum sensibilitas optica, neque facultas illa peculiaris variis rerum distantiis sese accommodandi ullo modo perturbata ac diminuta erat; immo vero tanta aderat, ut aciculam 111^{mm} tantum ab oculis remotam probe posse discerni, experimenta Myopometri ope instituta (§. 47) palam facerent. Objecta, quae propius oculis admovebantur, geminata apparebant; omnia vero et cominus et eminus collocata, eo situ, quo revera utebantur, in conspectum veniebant, ita ut erecta erecto quoque situ, inversa inverso perciperentur. Quae omnia quum ita se haberent, paralyseos caussam in cerebro esse sitam, nemo est qui neget. — Hac autem ex morbi historia multa eaque gravissima, quae physiologiam informent, possunt repeti et concludi:

I. Repugnat haec observatio eorum opinioni, qui mutationes illas oculorum internas in bulbi musculorum actione positas esse volunt.

II. Neque minus eorum conjecturam refutat, qui eorundem musculorum opem requiri opinantur, ut res eo situ, quo revera gaudent, percipiantur.

III. Maxime probabile reddit, iridem ad motum incitari haud fibris crassioribus, sed potius fibrillis tenuioribus nervi oculomotorii, quae ra-

dice brevi ganglii ciliaris intercedente, a nervo sympathico in ipsum immittuntur.

IV. Testatur antagonismum inter nervos cerebrospinales et nervum sympathicum, quem Henle imprimis statuit.

V. Contradicit denique iis, quae Stromeier [1]) proposuit, sensibilitatem nimirum opticam musculorum actione diminuta perturbari et depravari; aucta eadem actione contra magis excitari.)

§. 35.

Angulus, qui mutua binorum objecti punctorum linearum directionis decussatione efficitur, angulus visorius s. opticus dicitur (cf. fig. 57). Qui angulus pro singulorum objecti punctorum inter se distantia modo crescit, modo decrescit. Sed, quum tam ante punctum intersectionis, quam post idem semper aequalis evadat, sequitur, ipso crescente vel decrescente intervallum quoque, inter respondentes singulorum punctorum imagines in retina depictas interpositum, augeri vel angustari. Objectis igitur, quae diversa distantia collocata sub aequali angulo visorio in perceptionem cadunt, aequales quoque in retina imagines respondent eaeque, si idem illis est angulus visorius, iisdem limitibus in retina terminantur. Magnitudo autem objectorum non ex angulo visorio ipso, quem oculo neque sentire neque metiri possumus, aestimatur, sed ex numero tunicae nerveae punctorum discretorum, quae lumine irritantur vel alterantur [2]); quo fit, ut res visas esse tantas, quantae in retina depingantur, censeamus [3]). Quare, aliis adjumentis neglectis, quibus veram rerum magnitudinem probe aestimare possumus, et ceteris rebus externis omnibus circa objectum invariatis, objecta, quamvis revera diversa magnitudine praedita, si in diversa distantia sunt collocata, aeque magna percipiuntur; contra objecta, quae in pari amplitudine varie sunt remota, inaequalia nobis apparent (cf. fig. 58 et 59). Magnitudinem autem anguli visorii nec non speciei in retina delineatae ex objecto dato ejusque ab oculo distantia numeris computare, haud difficile est. Namque magnitudo objecti b a ad imaginis amplitudinem b′a′ eandem habet rationem, atque distantia co objecti a puncto intersectionis communis linearum directionis ad distantiam c′o hujus puncti a tunica retina (cf. fig. 60).

---

1) cf. De combinatione actionis nervorum et motoriorum et sensoriorum etc. Erlang. 1839.

2) cf. Volkmann l. c. pag. 48 seqq.

3) Hujus rei analogum occurrit in organo tactus cf. Weber, annotat. anat. et phys. de pulsu, resorptione, auditu et tactu. Lips. 1834. pag. 77 seqq.

§. 36.

Quamquam res visa in singuli cujusque oculi retina depingitur, tamen in bona oculi accommodatione axiumque opticorum inclinatione simplex comparet. Ambae enim tunicae retinae, quasi ramices, ex una eademque radice sejunctim emissi, eaeque in hunc modum altera super alteram positae possunt cogitari, ut oculi dextri pars retinae dextra oculi sinistri retinae parti dextrae incumbat. Quarum eae partes, quae invicem se obtegunt, luminis radiis vel alio quolibet irritamento eodem tempore perculsae, visionis unitatem efficiunt ideoque identicae dicuntur. Identica igitur sunt inter se centra singulae retinae neque minus eae partes, quae eodem intervallo ab istis extrorsum in uno, introrsum in altero oculo aut sursum et deorsum in singulo quoque oculo distant. Omnes ceterae partes inter se differunt i. e. irritationem, quam passae sunt, sejunctam ad cerebrum propagant atque ejusdem objecti speciem duplicem extrorsum porrigunt. Haud secus igitur res se habet, ac si partes diversae ejusdem oculi retinae essent irritatae. Haec identitas, quam et physiologia et pathologia oculi adnatam esse docet, ex iis figuris, quae digiti pressu in bulbum oculi facto procreantur, evidenter convincitur. Si enim, oculis clausis, certam alterius bulbi partem digito presseris, circulus limbo lucido quasi igneo circumdatus et quidem in regione opposita (§. 33) apparet. Ubi eodem tempore singulum quemque bulbum in regione canthi oculi externi compresseris, duo circelli in parte opposita oriuntur. Contra, si a dextris presseris, unus tantum circellus in sinistris existit et ex opposito. Si porro singulum bulbum simul ex parte superiore compresseris, unus tantum circellus in inferiore parte exsurgit, et vice versa; sin denique alterum bulbum ex summis, alterum ex imis eodem tempore pressaveris, duo eorumque singulus in regione opposita gignuntur. Deinde vero singularum retinae partium identitas hocce argumento, quod Ophthalmotropio [1]) luculenter confirmari potest, probatur. Fingamus enim tunicam retinam singuli oculi linea imaginaria et horizontali et verticali in quatuor partes aequales esse divisam et inclinemus axes opticos in objectum e diametro oculis oppositum, tum in centro singulae retinae illius pictura delineatur ideoque unum apprehenditur. Si autem praeterea aliud objectum minori distantia, aliud majori remotum ante oculos ponitur, et hoc et illud geminabitur et quidem hoc, quia in dextra oculi sinistri atque sinistra oculi dextri linearum illarum parte, illud, quia in sinistro oculi sinistri et in dextro oculi dextri ea-

---

1) cf. l. c.

rundem linearum latere exprimitur. Quo in visu geminato, si ad objectum propius respexeris, imago dextra ad oculum sinistrum, sinistra ad dextrum, si objectum longius dissitum spectaveris, imago dextra ad oculum dextrum, sinistra ad sinistrum referenda est. In quacunque axium opticorum mutua inclinatione identitas illa in eadem inter se ratione manet. Qua de caussa in omnibus oculorum rotationibus imagines secundariae subjectivae in oculis clausis semper simplices apparent. Hac autem conditione identicae tantum tunicae retinae partes irritantur simplicesque rerum visibilium species formantur, si ad unum idemque punctum objecti, quod distantia vi oculi refringendi adaptata remotum est, axes optici concurrerint. Attamen non solum id objectum, in quod illi convergunt, in partibus retinae identicis depingitur, sed etiam ea omnia, quae in eodem horoptro i. e. in eo circulo sunt collocata, qui punctum decussationis axium opticorum et linearum directionis intersecat et pro objecti ab oculo distantia modo ampliatur, modo angustatur. Quod theorema primus J. Müller [1]), Aguilonium auctorem secutus, statuit et argumentis confirmavit; deinde ante omnes Volkmann [2]) amplius illustravit. Si enim (cf. fig. 61) c et c′ sunt puncta decussationis linearum directionis et F punctum intersectionis axium opticorum F a et F a′, circulus cc′ F, qui per haec puncta traducitur, horopter dicitur. Punctum fixationis F in partibus identicis retinae a et a′ depingitur; neque minus autem puncta quaelibet in eodem horoptro sita, exempli caussa D et B, quae lineis directionis D d et D d′, B b et B b′ in oculum deferuntur, in partibus identicis d et d′, b et b′ exprimuntur. Cujus rei ratio est in promtu. Nam quum communis segmenti D F anguli peripherici D c F et D c′ F triangulorum D F c et D F c′ inter se sint aequales ipsique rursus angulos b c a et b′ c′ a′ habeant aequales, angulos b c a et b′ c′ a′ se ipsos aequare sequitur. Idem de angulis a c d et a′ c′ d′ potest probari. Locum igitur punctorum b et b′ nec non d et d′ in retina sibi invicem respondere eaque ideo identica existere, per se patet. — Postremo, ut in partibus retinae identicis fiat impressio simplexque visio eliciatur, necesse est, ut ea puncta, circa quae bulbos oculi circumvolvi potest cogitari, immota consistant et parallelismus linearum illarum, quibus retinam divisam supra finximus, semper servetur. Quae omnia quum ita sint, bulbi musculi hunc ad finem a natura sunt constituti, ut harmonica

---

1) cf. Physiolog. d. Gesichtsinnes pag. 170 seqq.

2) cf. neue Beitrg. etc. pag. 90.
Wagner's Handw. l. c. pag. 319.

inter se actione axes opticos nunquam non in unum objecti punctum dirigant linearumque illarum parallelismum semper conservent. Quo facto, simplex semper exoritur visio.

§. 37.

Non solum objecta extranea, quae hactenus in quaestione nostra tractavimus, in aspectum nostrum incurrunt, sed etiam oculi ipsius partes seu corpuscula quaedam et diaphana et opaca in eo sita, rerum extra positarum locum supplere atque a nobis visu objectivo possunt percipi. Quam perceptionem objectivam permulti iique illustrissimi ophthalmologici omnino negarunt, quum oculo haud tantam inesse refringendi vim, qua illa animae objective praesentarentur, crediderint eamque ex physiologica quadam aut morbosa tunicae nerveae energia et actione exoriri asseverarint. Sed plane errant. Neque enim eam ob caussam a nobis percipiuntur, quod ipsa revera in tunica nervea refractione depinguntur, sed quod luminis radios in oculum illapsos partim perverse refringunt et a via deflectunt, partim propter opacitatem suam sub certis quibusdam conditionibus praecidunt ideoque singula tunicae retinae puncta obumbrant. Optimo igitur jure illorum perceptiones, quum luminis tantum extrinsecus ingressi auxilio possint procreari, objectivae dici possunt probeque a visionibus et phantasmatibus ex subjectiva tunicae nerveae energia ortis, sunt distinguendae. Sed quia inter visiones subjectivas et objectivas medium quasi tenent, auctore Listing [1]) entopticas corporaque illa ipsa, ex quibus procedunt, entoptica appellari magis convenit. Quae in oculi morbis quibusdam cognoscendis et dijudicandis tantam habent vim eorumque accurata cognitio tanti medico practico est aestimanda, ut fusius hoc loco a nobis indagari atque perlustrari liceat [2]). Haec autem antea praemittere juvabit. Sit (cf. fig. 62) FF′ axis opticus, CC, LL, L′L′ tres illae superficies, oculi intermedia refringentia dirimentes, II′ diaphragma ab Iride formatum. Sit porro oculus objecto longissime remoto adaptatus, omnes radii axi optico FF′ paralleli ex eodem in ipsum ingressi, post triplicem refractionem in maculam luteam F′ colliguntur. Quae macula lutea igitur in illa oculi accommodatione focus est posterior intermediorum oculi refringentium. Alter focus F, dimidia

---

1) Beitrag zur physiologischen Optik in d. Göttg. Studien. 1845. pag. 55.

2) cf. de iis ante omnes Listing. l. c. pag. 75 seqq. — Ruete, Handbuch der Ophthalmolog. pag. 138 seqq. — Wagner's Handwörterb. „Die Physiologie in ihrer Anwendg. auf Augenheilkunde“ pag. 253 seqq.

circiter bulbi diametro ante tunicam corneam C C' situs, eorum radiorum est centrum, qui axi optico paralleli, dum per corpus vitreum ad L L' effluunt, oppositum refractionis ordinem sunt passi; radiationes igitur ab ipso in oculum emanantes et inter sese et axi optico parallelas corpus vitreum permeare, patet. Si tum in singulo cuique puncto focali planum normale erigitur, planum focale et anterius (11) et posterius (22) existit. Si solos ad eos radios, qui parvos tantum angulos cum axi efficiunt, respexeris, universae radiationes inter se parallelae ad oculum tendentes, in corpore vitreo convergentes provehuntur atque in unum definitum plani focalis posterioris punctum concurrunt; et ordine inverso radii, qui ex puncto quodam plani focalis anterioris emanant, triplicem refractionem passi, paralleli per corpus vitreum producuntur eodemque ordine in tunicam retinam incumbunt. Si autem punctum lucidum parvo intervallo intercedente ante planum focale anterius ponimus, radii per oculum convergentes provehuntur eorumque punctum unionis reale longissime pone tunicam retinam exporrigitur. Si denique punctum radians proxime post idem planum focale statuimus, radii per oculi intermedia divergentes transeunt eorumque punctum unionis virtuale longius ante oculum est remotum.

§. 38.

Si primum per oculi intermedia, id, quod in vulgari visu fieri solet, radii convergentes traducuntur, ita ut duae illae luminis pyramides sibi oppositae (§. 30) constituantur, corpuscula in oculis sita nonnisi minima aut pellucida, quae radios a via normali deflectunt, aut opaca, quae retinae quam proxime adjacent, a nobis ipsis possunt discerni. Quum enim a quovis objecti lucidi puncto radiorum penicillum emanare totidemque imagines, quot radiorum penicilla ab objecto sunt egressa, in retina depingi, ex iis, quae supra diximus, constet: macula opaca minoris, quam pupillae ambitus in tunica cornea, lente crystallina aut alio quolibet loco a retina remotiore sita, aditum quidem liberum uni vel pluribus radiorum conis prohibet, sed quia ceteri ad exactam in retina imaginem delineandam satis valent, nullo modo certas retinae partes adumbrare certaque rei visibilis puncta clarae visioni subducere potest (§. 26). Cujus rei veritas praeclare Ophthalmotropio [1]) probatur. Corpuscula autem illa, quorum de verisimili natura, magnitudine et situ,

1) l. c. pag. 144.

quoad usque ad hoc tempus nobis innotuit, Ruete plura verba fecit [1]), propter irregularem refractionem visum coloratum eliciunt aut propter singulae verticis luminis pyramidis praecisionem retinae partibus quibusdam umbram afferunt, quae quidem eo minor, obscurior certisque limitibus magis circumscripta apparet, quo propius ad retinam accedunt; eo major contra, debilior et dilutior, quo longius ab eadem distant. Scotomata, quae corpusculis illis procreantur, muscae volitantes (mouches volantes) eorumque visus entopticus myodesopsia appellatur. Quae muscae, quamquam varia sunt forma, plurimam tamen partem sphaerica figura sunt praeditae, disciformes, media parte lucidiores, in ambitu obscuriores; sed, si lumen fortius radiaverit, clariores luceque reflexa illustratae et coloribus diffractoriis aquae guttulae instar circumfusae evadunt. Aliae singulatim et ubivis dispersae, aliae in agmina incondita coacervatae atque tenuissimis filamentis intermediis inter se conjunctae apparent, ita ut margaritarum linearum speciem egregie referant. Quae lineae se invicem intersecantes partim longe sunt exporrectae, partim, id, quod saepius fieri solet, inflexae et geniculatae sunt itaque parvos quasi laqueos formant. Saepe singuli globuli ab iis divulsi atque filamentis illis etiam adhaerentibus non solum una ex parte in spermatozoorum formam, sed etiam duabus ex oppositis partibus quasi caudati cernuntur. Occurrunt quoque globuli, qui uno vel altero nucleo utuntur. Praeterea Steiffensand [2]) corpuscula rotunda descripsit, quae quarta vel sexta parte illis majores, obscuro margine sunt circumducta et in substantia quadam compacta et fibro turbata sunt dispersa. Dispositae autem sunt margaritarum illae lineae in tria strata, quae prout caput erexeris, aut demiseris modo aliud post aliud, modo aliud supra aliud sunt sita. Quorum primum, quia tunicae retinae proxime adjacet, distinctius et intensiori colore tinctum apparet, cetera eo magis debiliori lumine praedita et dilutiora conspiciuntur, quo remotius singula ab ea distant (cf. fig. 63 tab. III et 64 tab. II). Muscae illae volitantes motibus propriis ac peculiaribus gaudent. Si oculos subito rotaris vel caput celerrime converteris, insigni modo situs earum mutatur, ita ut modo in dextram modo in sinistram partem aut sursum ferantur, paullo post vero in pristinum locum redeant atque rursus descendere videantur. Sed etiam inveniuntur, quorum oculis per dies atque etiam per totos annos eodem semper or-

---

1) Handbuch der Ophth. pag. 149 seqq. — Klinische Beiträge zur Pathologie und Physiolog. der Augen und Ohren pag. 281 seqq.

2) v. Ammon's Monatsschrift Bd. I. Heft 3. 1838 pag. 203 etc.

dine dispositae obvolitent [1]. Directio autem, quam in motibus sequi nobis videntur, ei, quam revera in oculo tenent, plane est opposita, ut ex iis elucet, quae in §. 31 de linearum visoriarum directione a nobis sunt commemorata; quo fit, ut, si nobis surgentes apparent, revera deorsum tendant et inverso ordine. Quae muscae volitantes, quamvis numero diversae, omnibus oculis et sanis et aegrotis in accurata animi attentione forma supra descripta praeditae percipiuntur, praesertim, quum chartam nigram foramine exiguo pertusam oculo obverteris coelumque serenum intuearis (§. 40). Quodsi ergo eas per se respexeris, morbum neutiquam indicant et errant veteres ophthalmologici, qui amauroseos instantis signa eas esse confirmabant. Tum tantum visum perturbant, si earum tantus est numerus, ut oculum quasi obruant [2].

§. 39.

Tractemus nunc visiones, quae oriuntur, si radii paralleli aut divergentes ex puncto lucido, aut in plano focali ipso aut ante idem vel proxime post sito (§. 37), per oculum peragrant. Quae radiorum directio provocatur, si chartam nigram, foramine circiter $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{15}^{mm}$ magno pertusam, intervallo 1 — $1\frac{1}{2}^{cm}$ interposito, oculo obverterimus atque coelum serenum aut laminam papyraceam solis vel candelae cereae luce, ut postulatur, illuminatam aspexerimus; aut si objecti lucidi parvi imaginem in charta nigra opposita depictam, realem aut virtualem, reflexione aut refractione ortam, justa ab oculo distantia intueamur. Quo facto, oculi certae aliquae partes, vel corpuscula quaedam longius a retina remota in perceptionem entopticam incurrunt. Et quidem primum chartae illius foramen, ut in experimento Scheineri (§. 32), amplius quasi distractum cernimus circulumque aberrationis, ut appellatur, tanquam reticulo obtectum, mediocri illuminatione gaudentem, cujus amplitudo pupillae vicibus respondet. Quum enim oculum objecto propiori adaptaveris, una cum pupillae coarctatione circulus aberrationis in angustius contractus apparet et vice versa. Si collocaveris porro a latere laminam, quae luminis in chartam illapsi intensitatem imminuat, oculi adaptatione immutata, eadem ratione, qua illud decrescit, simul cum pupillae dilatatione ampliatur. Praeterea circuli aberrationis ambitus pupillae formae est congruens. Situ autem inverso et quidem 180° circumacta, ut ex linearum directionis doctrina patet, pupula entoptico visui sese offert. —

---

1) cf. Ruete, Klinisch. Beitrg. pag. 186.

2) cf. morbi historiam in Ruete, Handb. d. Ophth. pag. 152 u. 154.

Si porro inter chartam et tunicam corneam corpusculum quoddam intercesserit, umbram necessario tunicae retinae affert ipsumque situ permutato in circulo aberrationis fit conspicuum. Hinc cilia atque etiam supercilia oculi nostri inversa atque imprimis in solis radiis coloribus, ex luminis dispersione et inflexione ortis, praeclare ornata entoptice cernuntur[1]; id, quod palpebris apte dehiscentibus vel capite paullulum reclinato, facile potest prohiberi. Quam visionem eo magis hoc loco a nobis commemorari convenit, quum ab iis, qui parum in experimento sunt versati, cum visionibus entopticis, quae ex partibus oculi ipsius vel corpusculis in eodem sitis procreantur, confundi soleat.

§. 40.

Si ab iis visionibus entopticis, quas §. antecedenti tractavimus, discesseris, experimento illo praeterea objecta entoptica percipiuntur et ea, quae periodice nullique certo ordini obnoxia exsurgunt, et ea, quae omni tempore constanter cernuntur. Ad illa, quae nunc amplius illustrabimus, primum muscae volitantes, quas supra descripsimus, sunt referendae. Deinde occurrunt in circulo aberrationis, palpebris modo conniventibus modo dehiscentibus, partes nebulosae limboque confuso circumscriptae, modo obscuriores, modo clariores, quae motu peculiari gaudent atque quum a parte superiori ad inferiorem plerumque aguntur, saepe dilabuntur et evanescunt (cf. fig. 66 tab. III). Oriuntur autem ex eminentiis parvulis, quibus superficiei anterioris tunicae corneae integumentum humidum et inaequaliter disseminatum plus minusve scatet et ex luminis refractione inaequali inde facta. Saepius porro puncta candida areaque ampliori et obscuriori circumfusa exsurgunt, quae aquae guttularum speciem referunt et si palpebras aperueris, celerrime deorsum tendere videntur; revera autem palpebris dehiscentibus in summam partem actis, sursum ascendunt (cf. fig. 66). Verum enim vero, quum tunicae corneae stratum humidum, muco viscoso singulis locis conglomerato aut pulveris vel aliis particulis heterogeneis corneae insertis, vi capillari saepe inhaereat, asperitates partiales menisciformes existunt, quarum quaelibet pro sua parte lentis instar lumen colligit atque imaginem satis exactam et inversam, area umbrosa, quae ipsius ambitui respondet, circumcinctam, in retinae parte illuminata depingit. Quae quum ita sint et quum conjunctivae, glandularum Meibomianarum, sebacearum, lacrymalium secreta fluida et viscosa, quibus tunica cornea alternanti palpebrarum motu

---

1) Fig. 65 tab. III. cilia palpebrae superioris oculi mei dextri demonstrat.

humectatur et illinitur, et in morbis et in statu sano varias subeant mutationes: visiones illae tam a physiologis, quam medico practico negligi omnino non debent. — Denique si, palpebris clausis, oculum antea digitis paullulum fricueris vel singulis partibus presseris, totus aberrationis circulus praeterea maculis vel potius lineis majoribus, obscuris, non quidem definitis obsitus apparet, quae certis fere intervallis sparsae et serpentino flexu incedentes modo reticulatam modo undulatam exhibent formam et in oppositam cujuscunque puncti fixationis directionem moventur (cf. fig. 67 tab. III). Indicantur visionibus illis asperitates, vel rugae vel pliculae ex pressu et frictione illa in superficie anteriore tunicae corneae provocatae, quibus luminis refractio magnopere est immutata. Varii singularum corneae partium flexibilitatis et mollitiei gradus tali modo in circulo aberrationis evidenter fiunt conspicui, ita ut quae linearum illarum magis flexuosae apparent, majorem partium corneae respondentium mollitiem significent.

§. 41.

Aggrediamur nunc ad ea objecta entoptica, quae omni tempore singulis oculis constanter cernuntur et invariabilem semper in circulo aberrationis locum tenent, haud minus, quam priora in diversis oculis, quod ad formam attinet, magnopere inter se variant atque ab iis tantum, qui diutius et saepius in illis observandis sunt versati, a prioribus recte distingui et sejungi possunt. Namque in omnium fere oculorum intermediis diaphanis raris locis sparsa jacent corpora opaca aut pellucida alieno refractionis indice praedita, quae uni vel pluribus radiis parallelo ordine oculum permeantibus opposita, tunicae retinae, ut supra jam commemoravimus, umbram afferunt aut a via eos deflectunt atque hac de caussa visu entoptico percipiuntur. Quamdiu lumen admissum radiis praecisis praepollet, distincte visendi facultatem non magis perturbant, quam obscurationes partiales parvae vel aëris bullulae telescopii vitro objectivo inhaerentes. Simulatque vero contrarium evenit, visus exactus insigni modo interrumpitur. Sit (cf. fig. 68 tab. II) CAC′ tunica cornea, RFR′ tunica retina, II′ pupilla, AF axis opticus. Ponamus ex puncto focali anteriori radios in oculum ingredi, punctum fixationis medio in circulo aberrationis est situm omnesque radii per oculum traducti axi sunt paralleli atque radiis C′R′ et CR terminantur. Ponamus porro corpuscula opaca B, D et E in axi AF esse sita, et quidem eorum prius B ante planum diaphragmatis, alterum D in eo plano ipso, tertium denique E pone idem: unum tantum tunicae retinae punctum illa in oculi collocatione ab iis

obumbratur ideoque ipsa ut unum objectum entoptico visu percipiuntur. Sed, si oculorum axes sursum feruntur, tria diversa retinae puncta b', d', e' obscurantur eamque ob caussam singula discreta apparent. Hoc autem in oculorum motu, ut figura docet, E deorsum, B sursum transfertur et radii n o et l m radios parallelos terminant. Quae punctorum B et E loci mutationes, si oculi deorsum rotantur, oppositae existunt. Quae de illis punctis sunt dicta, ad ea quoque puncta, quae non in axi sunt sita, referri possunt. Patet igitur ex his, objecta, quibus visiones illae provocantur, pro distantia sua a plano pupillari in singulis oculorum motibus et inter sese et ad circulum aberrationis varias subire loci mutationes, ita ut quae post planum illud sunt collocata eosdem, atque quodcunque punctum fixationis, motus sequantur; contra ea, quae ante idem sunt sita, in oppositam circuli aberrationis partem ferantur. Ea sola objecta, quae in plano pupillari ipso sunt posita, invariabilem semper in circulo aberrationis situm servant. Quas situs mutationes oculi motibus obnoxias si, auctore Listing [1]), parallaxin entopticam relativam appellamus, sequitur, ut eadem sit positiva objectis pone planum pupillare sitis, negativa objectis ante idem collocatis, plane nulla autem iis, quae in plano pupillari ipso sunt posita.

§. 42.

His praemissis, ut primum de iis visionibus entopticis, quae ex objectis in tunica cornea sitis originem ducunt, verba faciamus, negativa, ut supra diximus, utuntur parallaxi. Exhibent autem partim maculas rotundas aut ovatas, modo majoris, modo minoris amplitudinis, fusco colore indutas limboque lucido cinctas — partim tenerrimas quasdam lineolas obscuras, quae testae vitreae fissurae similes per totum fere circulum aberrationis trajiciuntur (cf. fig. 69 tab. III).

§. 43.

Longe plurima autem objecta, quae visioni entopticae praesentantur, ex capsula lentis anteriori vel lentis ipsius stratis anterioribus proficiscuntur eaque ad easdem, ut ex prioribus patet, ac punctum fixationis, circuli aberrationis partes semper feruntur atque aut omnino nullam notabilem aut certe minimam tantum parallaxin positivam produnt. Aut sola, aut inter se mixta aut denique cum aliis visionibus entopticis, quas supra memoravimus, conjuncta a plerisque oculis conspiciuntur. — Ob-

1) l. c. pag. 92.

servati sunt adhuc primum disci vel maculae, nucleo lucido praeditae, margine obscuro eoque praeciso plerumque circumscriptae, in circuitu rotundae aut paullulo angulatae. Amplitudo earum valde variat; minimarum magnitudo muscarum illarum volitantium amplitudinem fere aequat; minores aëris bullulis haud sunt dissimiles; majores olei guttularum aquae inhaerentium speciem egregie referunt. Sine ullo autem ordine totum per aberrationis circulum diffunduntur et quamvis nonnullae invicem sibi adhaereant, tamen nunquam muscarum volitantium instar in certas lineas deinceps dispositae apparent. Procreatae autem esse videntur maculae illae lucidae ex cellulis pellucidis, sub capsulam lentis sepositis (cf. fig. 70 tab.III). — Occurrunt deinde maculae obscurae, quae a prioribus vario modo discrepant. Intus enim plerumque nigro colore sunt indutae; margo modo rotundus, modo angulatus ac sinuosus modo denique processibus alaeformibus praeditus evadit limboque lucido saepe est circumscriptus. Interdum in certa quasi agmina collocatae et ordinatae, figuram tripartitam vel multipartitam exhibent. Saepius, quam priores eandem amplitudinem servare rariusque illis in circulo aberrationis exsurgere solent (cf. fig. 71 et 72 tab. III). Obscurationes autem quaedam, singulis lentis capsulae vel lentis ipsius anterioribus partibus cataractae instar insidentes his maculis entoptice indicantur. — Apparent porro striae vel lineae lucidae, quae a centro plus minusve distincto et medio in circulo aberrationis plerumque sito, variam in longitudinem exeuntes, plurimam partem flexuosa via aut vasorum sanguiferorum instar in ramulos diffusae protenduntur itaque dendriticam figuram referunt. Interdum quoque centrum illud circumvallant. Margine autem obscuro modo praeciso, modo diluto sunt circumcinctae (cf. fig. 73 et 74 tab. III). Sunt, qui ex primigenio quodam rudimento pellucido, ramoso et umbilicoso, capsulae lentis inde ex prima conformatione (§. 29) insidente, figuram istam dendriticam enasci putent. Sed disquisitiones anatomicae hac de re institutae satis accuratae nondum exstant. — Existunt denique lineae obscurae, quae recta via radiorum instar a circuitu circuli aberrationis centrum quoddam commune petunt, quod aliae quidem assequuntur; aliae contra jam prius sensim quasi diffluunt. Sunt autem prioribus multo angustiores atque minus expressae (cf. fig. 75 tab. III). Ad capsulae lentis primam conformationem aut lentis ipsius peculiarem illam fasciculorum dispositionem (§. 29) probabiliter possunt referri. — Objecta in interioribus lentis stratis aut in ejus capsula posteriori sita ideoque ex parallaxi positiva maxime insigni distinguenda, adhuc quidem in visum entopticum haud incurrerunt; sed quin in cataractis capsularibus posterioribus aut

in corporis vitrei obscurationibus incipientibus possint observari, dubitari vix potest. Id, quod cataractam capsularem posteriorem, quam appellant, raro tantum locum habere, testari videtur.

§. 44.

Vasorum denique figura illa, quae a Purkinje [1]) primum est observata atque descripta, hoc loco est commemoranda. Si enim chartae illius nigrae foramen, usque ad 1 — 2^{mm} amplificatum, huc illuc ante oculum movetur aut, si cereus ardens, ut Purkinje experimentum instituit, in tenebris ante oculum objecto remotiori adaptatum ultro citroque seu in orbem circumagitur, luminis radii paralleli aut divergentes facti, ut ex prioribus patet, per totam retinae amplitudinem diffunduntur ejusque partes eae, quae arteriae centralis ramis non occupantur, omnes illuminantur, sed quae ab illis obteguntur, illuminatione carent ideoque umbrosae visu entoptico percipiuntur. Inde apparet, si paullulum in hoc experimento Purkinjiano fueris versatus, figura mirifica, circulo purpureo insidens, obscuris iisque et crassioribus et tenerrimis ramis insignis, qui a papilla nervi optici ut ab uno centro profecti, arboris surculorum instar per totum circulum quaquaversum diffunduntur. Ramorum istorum duo sursum et deorsum tendunt, quorum uterque binos minores transverse et arcuate introrsum rursus emittit. In oppositis autem figurae illius partibus vasa retinae centralia conspiciuntur; id, quod ex figura 76 elucet, quam Ruete in compendio suo pag. 140 de oculo suo dextro depinxit. Dextram enim ejus partem nervus opticus o, sinistram macula lutea m occupat, quamquam in oculo dextro nervus opticus sinistrorsum, macula lutea dextrorsum vergit.

§. 45.

Nobis per corneam in oculum intuentibus pupillae ambitus, ut Weber docuit [2]), non qua re vera gaudet, amplitudine praeditus apparet, sed amplior conspicitur. Vera autem istius amplitudo percipitur, quum oculum aquae immersum inspexerimus. Cujus phaenomeni caussa ex diverso aquae et aëris refractionis indice nec non ex angulo visorio

---

1) Beitrag zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. Prag. 1819. pag. 89.

2) cf. Annotationes phys. et anat. „De motu Iridis“ programma. 1851 pag. 79 seqq.

majori, sub quo oculi partes in visionem incurrunt, est repetenda. Radii enim ex alterius oculi fundo exeuntes et per humorem aqueum, cujus refractionis indicem aquae fere aequare supra (§. 29) memoravimus, traducti indeque corneae superficie refracti, quum in aërem multo rariorem ideoque multo minore refringendi vi praeditum ingrediuntur, a linea normali, ut ex opticis constat, amoventur eaque ex caussa magis divergentes in oculum nostrum illapsi, majorem angulum visorium efficiunt atque ampliorem exhibent imaginem. Sin vero oculum aquae submerseris, ita ut tunica cornea ubique ea sit circumfusa, radii ex humore aqueo in aquae medium incidentes, fere aequali refringendi vi praeditum, tanto in corneae superficie concava ad lineam incidentiae accedunt, quanto in ejus superficie convexa removentur. Tollitur igitur refractio, quam in superficie posteriore tunicae corneae illi sunt perpessi, ea, quam in istius superficie convexa patiuntur. Hoc phaenomeno optico nisus, Weber apparatum construxit, cujus ope oculi nostri pupillam iridemque auctam nec non pupillae motus luculenter possumus observare et explorare [1]. — Fundus oculi sani pone pupillam summa nigritudine tinctus nobis observantibus apparet. Cujus coloris nigri caussam in strato pigmenti choroidis plurimi quaesiverunt. Sed etiamsi illud majore, quam aliud quodvis corpus nigrum, radiorum hauriendorum facultate esset praeditum, tamen a tunica retina pellucida ejusque vasis sanguiferis et a papilla nervi optici, omni pigmento orbata (§. 29), tanta radiorum copia reflecteretur, ut certe sigillatim atque in colore naturali albo scilicet et rubro, a nobis possent discerni. Vel potius color ille ex refractionis modo, quem radii ingressi intermediis pellucidis patiuntur, est repetendus. Quodsi enim consideraveris, omnes radios reflexos, ut supra fusius explicavimus, non aliorsum dispergi, sed nunquam non in id punctum, ex quo emanaverint, necessario reverti: per se est evidens, nullum retinae punctum alterius oculi nobis conspicuum esse posse, quod nullo modo in directione luminis illapsi in oculum intueri pollemus, quin ipsum illud prohibeamus. In oculum observantem ex fundo alterius oculi lumen, nisi ex ipso regressum, intrare non potest. Quum autem nullum ex isto emanare soleat, in fundi alterius oculi nigritudine suae quisque pupillae colorem nigrum cognoscit. — Qui fundi oculi color naturalis tam in statu sano, quam morboso varias commutationes subit. Namque alterius oculi pupilla, quum extracto Belladonnae instillato justo amplior sit facta, magis pallescit et quoniam major luminis copia ex ipsa emanat, subfuscus

1) cf. l. c. pag. 81.

apparet; id, quod, intermedia diaphana obscurata esse, nullo modo nobis persuadere debet. Eadem caussa valet, cur in neonatis fundum oculi atro-coeruleo colore imbutum cernamus. Nam quum in illis stroma choroidis stratumque pigmenti non tanta, quam in adultis granulorum pigmenti copia sit instructum, luminis redeuntis minus absorpti quantitas necessario augetur. Imprimis vero in morbis quibusdam fundus oculi et a normali colore abhorrens et singulis partibus plus minusve conspicuus nobis occurrit. Nam ubi tunica retina aliqua ex caussa morbosa ex foco intermediorum refringentium magis antrorsum est protrusa seu sanguinis extravasatum, neoplasmata quaedam, alia, ante eam sunt posita: radiorum plurimi quidem eandem viam, qua sunt illapsi, sequuntur, sed alii paralleli, alii divergentes irregulari refractione facti, punctum lucidum, ex quo sunt profecti, praetervehuntur. Qui radii paralleli aut divergentes, quum in retina oculi observantis, qui quam proxime ipsorum directioni appropinquatur, refractione possint colligi, fundi alterius oculi imaginem praesentant. Hoc principio optico innituntur experimenta illa, quibus fundi oculi aquae submersi partes singulae a nobis intuentibus discernuntur. Nam quum aqua fortiore, quam aër, refringendi vi praedita intercesserit, radii in parallelam et divergentem directionem refringuntur atque eodem ordine in oculum nostrum intrant ibique in retinam congregantur. Quae omnia, quamvis sint attentione maxime digna, tamen, quia minimam tantum eamque irregulariter refractam luminis redeuntis partem oculis nostris excipere possumus, ad imaginem fundi alterius oculi satis vividam et distinctam exhibendam minime valent, quo factum est, ut infirma adhuc sit eorum morborum diagnosis, qui fundum oculi imprimis occupant. Eo laetius igitur consalutamus specula illa oculi ab Helmholtz et Ruete novissimis temporibus sagaciter excogitata, quorum ope in morbis maxime occultis tuto et mature cognoscendis atque discernendis uberrima occasio nobis est data simulque physiologicis investigationibus et perscrutationibus campus amplissimus est apertus. Speculis illis, id quod antea frustra conati sumus, in directione ipsa radiorum incidentium salva illuminatione fundi alterius oculi spectandi locus est datus, ita ut radiorum egredientium plurimis eorumque fortissimis ab oculis nostris receptis, ordinatissima et maxime distincta imago illius praesentetur. Sit enim (cf. fig. 77), ut in legibus opticis, quibus specula illa innituntur, aliquantulum immoremur et primum de speculo ab Helmholtz invento, eandem, qua ipse utitur [1], demonstrationem se-

1) cf. Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchg. der Netzhaut im lebenden Auge v. H. Helmholtz Berlin 1851.

cuti, pauca verba faciamus, A candela ardens, B oculus observans, C oculus observatus, cui axem opticum in quodvis objectum v. g. in D convertere licet, c d tabula vitrea, planis inter se parallelis terminata et ita collocata, ut imago candelae reflexa ab oculo C possit cerni. Radii igitur ex candela A in tabulam vitream c d illapsi ex parte reflectuntur et quidem ita secundum leges catoptricas (§. 4) provehuntur, quasi ex F i. e. ex imagine candelae reflexa, quae eadem distantia, atque A a tabula c d est remota (cf. ibid.), emanarent; quippe quae, objecti luminosi locum supplens, in retina oculi C inversa et minor e f depingitur. Radii autem in oculum C ingressi, intermediis refringentibus ad F, unde egredi videbantur, rursus, ut supra exposuimus, provehuntur. Quo in reditu denuo in tabulam vitream incidentes partim ad candelam A reflexione repercutiuntur, partim istam penetrantes ad F refringuntur indeque divergentes in oculum B intrant ibique speciem inversam formant. A facie igitur anteriori tabulae vitreae lumen in oculum immittitur simulque per eandem tabulam oculus observatur. Inde fit, ut in directione radiorum incidentium ipsa alterius oculi fundum inspicere ex eoque radios in oculos nostros regressos excipere et in retina colligere possimus. Oculi alterius pupula tali modo igneo colore nobis affulget; attamen, quum in tanta amborum oculorum inter se distantia visendi ambitus oculi observantis, pupillae ambitu oculi observati terminatus, nimis parvus evadat, distincta atque ordinata singularum fundi partium imago neutiquam percipi potest. Quem ad finem, quo majus spatium circumspiciamus, ut oculi quam proxime inter se appropinquentur, necessario postulatur. Ponamus ergo (fig. 78) oculum observantem in B, visendi quidem ambitus magis amplificatur, sed imago F, quia multo post illum exporrigitur, non jam percipitur; ipse autem oculus radios ex C egressos et in F concurrentes, in directione convergente excipit ideoque eos nullo modo in retina ad claram imaginem sistendam colligere potest. Requiritur ergo lens concava x x′ inter speculum cd et oculum B intercedens, qua radii illi convergentes in divergentiam dirigantur itaque in retinam oculi B congregari possint. Sit autem (cf. fig. 78) lens concava ita collocata, ut F, quo radii ex oculo C egressi convergunt, remotius ab ea distet, quam ipsius focus, sequitur ex Opticis (§. 19), radios illos in eam incidentes divergentes refractione fieri, ita ut ex objecto ante eam posito o o′ emanare videantur; quo fit, ut nunc divergentes facti in oculum B incidant in ejusque retina possint colligi. Imago igitur e f ab oculo B major in o o′ cognoscitur, id, quod ex fig. 79 [1]) facile in-

1) Radii ex oculo AB exeuntes, si longius, quam lentis concavae focus exporri-

telligitur. Patet ex dictis, leges opticas, ex quibus telescopium Galilaei s. hollandicum est constructum, hoc in speculum debere transferri. Intermedia oculi C vitri objectivi locum supplent, lens concava xx' vitri ocularis. — Transeamus nunc ad id oculi speculum, quod Ruete excogitavit. Compositum est ex speculo concavo B (fig. 80) a facie posteriori hydrargyro obducto, cujus foci distantia 8 poll. explet et quo lumen ex candela ardenti A egressum in oculum observatum reflexione inmittitur. Quod idem speculum praeterea in centro foramine C pertusum, oculum observantem excipit. Interpositae sunt duae lentes convexae x et y, quarum una vel altera, prout necesse est, modo retromoveri, modo admoveri potest. Prior autem y radios convergentes ex oculo egressos et in ipsam incidentes in majorem etiam convergentiam dirigit; altera x imaginem inde ortam auget. Fig. 81 radiorum ex oculo observato redeuntium decursum et refractionem aperte docet. Radii enim, qui ex oculo AB convergentes emanant, in CD proveherentur, nisi lens convexa MN intercederet, qua in majorem convergentiam ad EF refringuntur. Quae imago EF lente altera convexa observatur, ita tamen posita, ut distantia ejus ab oculo minor evadat, quam focus; quo sequitur secundum leges dioptricas, (§. 21) ut major atque erecta depingatur. Quadrat igitur in hoc speculum constructio telescopii astronomici ejusque vitri objectivi vicibus lens y, ocularis lens x fungitur.

Quae oculi specula, si, theoriae solius ratione habita, inter se contuleris, id speculum, quod Ruete excogitavit, quamquam ne minime quidem ea, quae Helmholtz inventione sua illustrissima est meritus, hoc judicio imminuuntur, tamen non solum ad fundum oculi sanum investigandum, sed etiam ad morborum quorundam in fundo oculi obviorum sedem et naturam explorandam eorumque diagnosin firmandam et adjuvandam, multo alteri est praeferendum et quidem hisce rationibus: primum, id quod maximi est momenti, multo major luminis copia in oculum observatum inmittitur ideoque fortior existit fundi oculi illuminatio; deinde propter lentium modo convexarum modo concavarum usum quaevis oculi pars, sive est pellucida sive opaca, et in statu sano et morboso inde a Cornea usque ad retinam major et distincta observari potest, quum lentibus concavis, in speculo Helmholtzii oculo oppositis, ea tantum objecta lucida, quae sunt in ipsa retina, majora et luculenta repraе-

---

guntur ad CD, lente interposita hunc in modum refractione disperguntur, ut ex EF egredi videantur. Imago in oculo d c igitur major evadit talisque apparet.

sententur, ea autem, quae sunt ante retinam, obscura, minus distincta et minora appareant; praeterea, quum speculum immotum semper consistat, totus fundi ambitus omnibus partibus discretis magis aequaliter illustratus, quam si speculum ab Helmholtz inventum adhibueris in conspectum venit, ita ut ipsum modo ad hanc modo illam fundi partem indagandam ante oculum circumagi haud necesse sit; in unoquoque denique oculo observando lentes convexae eaedem semper possunt servari, neque ut in aliis oculis inspiciendis aliae interponantur, requiritur [1]. — Fundus oculi sanus, si speculo a Ruete excogitato utaris, omnibus partibus ignis instar ardere videtur, flammis quasi intuentibus affulget praeclarumque atque mirabile praebet spectaculum. Luculenter distinguuntur singula retinae vasa sanguineo colore induta, tam tenuiora, quam crassiora, in ramulos discedentia; arteria centralis retinae inde ab introitu in retina diffusa; in regione papillae nervi optici fundus clariore colore insignis, quam retinae ambitum versus.

Antequam hac ab re discedamus, silentio hoc loco non possumus praetermittere alteram legem opticam, ex qua oculi profunditatis inspiciendae opportunitas nobis datur. Dico legem reflexionis totalis, quam supra (§. 23) uberius explicavimus.

Si enim (fig. 82) est m n o prisma forma supra dicta constructum, radii ex candela ardenti A emanantes atque in hypotenusam istius n o incidentes, totalem patiuntur refractionem atque in lineam r b directi in tunicam RR illabuntur. Inde eadem via egressi et in hypotenusam alterius prismatis, quod priori ita, ut fig. docet, impositum est, irruentes, secundum eandem legem in oculum observantem C reflectuntur et illuc imaginem retinae RR transferunt. Ad fortiorem illuminationem imaginemque distinctiorem provocandam cathetae m o, m n, o p in formam convexam possunt construi neque minus lentem convexam x y interponere juvabit. — Cujus propositi accuratius examen, utrum usus inde peti possit, an non, cujuslibet judicio et perscrutationibus permittitur.

---

1) Plura eaque accuratiora hoc loco afferre, supervacaneum est, quoniam Ruete ipse proximo tempore speculi sui descriptionem et usum libello pertractabit.

C. PARS PATHOLOGICA.

§. 46.

Occurrunt persaepe, quibus res visibiles geminatae atque adeo multiplicatae apparent. Quod oculorum vitium visus duplicatus s. diplopia et visus multiplicatus s. polyopia dicitur et variis ex causis procreatur, quarum nonnullae jam ex iis, quae supra a nobis in medium sunt prolata, elucent. Nam, quum, ut supra (§. 36) exposuimus, in partibus tunicae nerveae identicis, si irritantur, simplex semper visio eliciatur, per se patet, partes ejusdem differentes, ut appellantur v. g. inferiorem alterius, superiorem alterius retinae partem aut externas vel internas singulae retinae partes, impressionem, quam eodem tempore nanciscuntur, sejunctam ad cerebrum deferre ideoque rem visam animae praesentare geminatam. Irritantur autem differentes illae retinae partes indeque visum duplicatum produnt, si oculorum refringendi vis objecti distantiae non est adaptata, id, quod jam supra experimento Scheineri illo tam abunde illustravimus, ut hoc loco accuratiori expositione supersedere possimus. Hinc eorum diplopia, qui amblyopia amaurotica laborant simulque bona se oculorum accommodandi facultate sunt orbati; hinc frequens rerum remotiorum visus duplicatus in myopibus; hinc denique rerum et propiorum et distantiorum alternans diplopia in iis, quorum uterque oculus aliam refringendi vim est nactus, quia tum unus tantum oculus rerum visibilium distantiae eodem tempore est adaptatus. — Praeterea visus duplicatus exoritur, si axium opticorum convergentia in unum idemque objecti punctum aliqua ex caussa est sublata, ut est apud eos, qui strabismo monoculari sunt affecti; aut si punctum illud immotum, circum quod bulbum rotari cogitare possumus, e loco suo movetur, ut in iis, quorum oculi tumoribus orbitae insidentibus sunt detorti aut antrorsum protrusi; aut denique si morbosa musculorum obliquorum actione linearum illarum, quibus tunicam retinam in quatuor partes aequales divisam finximus (§. 36), parallelismus est perturbatus; qua in diplopia res visae simul in obliquum inclinatae apparent. Diplopia illis ex caussis omni-

bus orta statim evanescit, si alter oculus clauditur. — Sed ad aliam nunc diplopiae caussam accedamus, quae magis hanc ad quaestionem pertinere ideoque vel potius hoc loco a nobis pertractanda esse videtur. Si enim singulis intermediorum refringentium partibus obscurationes partiales, vel inaequalitates parvulae inhaerent, radiorum penicilla illis aeque atque laminae foraminibus in experimento illo Scheineri disjunguntur ideoque irregularem passa refractionem, in circulos aberrationis in retina degenerant. Occurrit igitur diplopia, si tunica cornea vasis justo amplius inflammatione dilatatis, id, quod pannum vocant, quasi reticulo est obducta, aut superficies ejus, ut in staphylomate corneae conico pellucido, id, quod Brewster docuit, singulis excavationibus inaequalis est reddita, aut si leucomata partialia vel aliae obscurationes ex keratitide ortae eam operiunt. Singulare hujus diplopiae exemplum Ruete [1]) affert ubi narrat de homine, cujus oculi sinistri visendi facultas ex leucomate per totam fere corneam diffuso et ex synechia anteriore partiali paene erat sublata; neque minus in oculo illius dextro marginis pupillaris pars inferior cum superficie posteriore tunicae corneae coaluerat, ita ut pupilla magnopere angustata et in longius distracta appareret. Corneae ejusdem oculi ab ambitu inferiori usque ad synechiam istam leucoma insidebat, cujus a margine superiori tenuis obscuratio sursum tendebat et supra pupillae ambitum superiorem exporrigebatur, ita ut ista in duas partes angustas fere aequales divisa evaderet. Hujus oculi dextri visendi facultas nondum plane abolita erat; sed res visibiles, quae intervallo 18 ad 20 poll. ab oculo remotae erant, confusae atque geminatae conspiciebantur. Qui visus duplicatus exstinguebatur, postquam, mercurio dulci tunicae corneae saepissime inserto, obscuratio illa erat remota. — Praeterea lentis capsulae obscurationes, quae imprimis ex iritide, uveitide, phacohymenitide, ut appellatur, gignuntur, huc sunt referendae. Haud raro enim fit, ut Iritide excrescentiae plasticae triangulares oriantur, quae ex margine ciliari ampla basi in superficie anteriore Iridis insidentes apice acuto pterygii instar versus pupillae et capsulae lentis centrum tendunt, ita ut pupula plus minusve iis repleatur stellatamque figuram praebeat. Deinde vero vasa tenuissima sanguifera, vix oculo armato discernenda, simul capsulam lentis anteriorem in reticuli formam saepe obducunt aut maculae parvae vel particulae nonnullae varia forma et magnitudine varioque colore, albo scilicet, fusco aut e fusco nigro praeditae, morbosa tunicae uveae exudatione procreatae, huc illuc eam occupant. Habentur

1) cf. Klin. Beitrg. pag. 135; Handb. d. Ophth. pag. 128.

autem a nonnullis pro pigmento nigro a tunica uvea divulso. Tales pupillae capsulaeque lentis obscurationes persaepe visum duplicatum vel multiplicatum eliciunt, ut ex morbi historia patet, quam Ruete narrat[1]. — Species duplicatas ex obscurationibus illis intermediorum diaphanorum partialibus ortas eodem modo, ut in experimento Scheineri, procreari, facile probatur. Nam, si in rerum propiorem visu geminato pupillae aperturam dimidiam charta obtexeris, partis oppositae species duplicata evanescit; contra, si res remotiores duplicatae apparent, ejusdem lateris, quod charta operueris, imago geminata peribit (§. 32). — Cum visu duplicato et multiplicato saepissime visus coloratus seu chromopsia conjuncta esse solet; quo fit, ut species duplicatae variis ex margine coloribus ornatae appareant. Oritur autem chromopsia illa ex falsa oculi accommodatione, ut jam experimento Scheineri luculenter patet (§. 32), aut si propter nimiam pupillae amplitudinem luminis radii in marginem lentis irruunt ideoque justo fortiorem patiuntur refractionem (§. 24), aut denique si cornea, ut in staphylomate conico pellucido singulis partibus irregulariter est incurvata (cf. ibid.).

§. 47.

Oculi facultas illa peculiaris, quae efficit, ut vim suam refringendi rebus tam varia distantia collocatis adaptare possit, multis modis a statu normali degenerare potest. Quibus de vitiis nunc verba facere, nobis proposuimus.

Primum occurrunt Myopes, qui appellantur, quorum oculis justo major inest refringendi vis, ita ut radii ex rebus propioribus quidem emanantes in retinam colligantur, ex longinquis autem illapsi citius congregentur ideoque in bases discretas aberrent. Est iis punctum quoddam remotum, ultra quod objecta protenta propter malam accommodationem geminata ac multiplicata coloribusque induta apparent (§. 46), nisi palpebris contractis radii diffringuntur eorumque punctum unionis longius exporrigitur seu chartae foramine exiguo opposito aberrationis circuli in angustius coarctantur. Neque minus existit punctum vicinum distinctae visionis (§. 34), quod propius, quam in oculis bona refringendi vi praeditis, ad oculos accedit. Quaecunque intra puncta ista sunt collocata, exacte videntur. Pro distantia puncti illius remoti ab oculo et a puncto vicino Myopiae singulorum hominum gradus exstant valde di-

---

1) Klin. Beitrg. pag. 195.

versi, ita ut uno eoque certo numero definiri nequeant [1]). Ad quos myopiae gradus metiendos varia experimenta et instrumenta sunt instituta et inventa. Young et Porterfield, alii, hunc ad finem periculis illis, quibus experimentum Scheineri variabant (§. 32), utebantur iisque innisi optometra, quae appellantur, invenerunt. In puncto decussationis autem filorum illorum punctum remotum oculi myopis Young posuit. Quae quidem optometra, quia oculis, si res visibiles per chartae exigua foramina deducuntur, liberam facultatem adimunt, ut uniuscujusque praecipue majoris distantiae rebus se accommodare possint, haud rata firmaque sunt minimamque praebent utilitatem. Longe iis sunt praeferenda illa experimenta, quae liberum oculorum usum nullo modo perturbant, sed judicium tantum de distantia et magnitudine objectorum ante oculos positorum tollunt. Horum primum ope Myopometri, ut appellari potest, a Ruete excogitati, hoc modo instituitur. Adducas enim, uno oculo clauso, alteri oculo instrumentum (cf. fig. 83), cui in centimetra et millimetra diviso et ab altera parte extrema foramine eam ob caussam praedito, ut oculus perspiciat itaque caput simul stabiliatur, acus duo fibulae ope ita sunt infixae, ut et promoveri et retromoveri possint; deinde alteram aciculam oculo appropinques, alteram ab eodem removeas usque ad ea puncta, quibus umbram ex margine ostendere incipiunt: tum scala, instrumento impressa duorum punctorum illorum distantiam indicat. —

Alterum experimentum secundum eundem auctorem in hanc rationem instituitur. Oculum in tubulum quendam (a) (cf. fig. 84) stabilem et alligatum circiter 2 — 3 poll. longum et a facie anteriori 2 — 3 lin. per diametrum, qui telescopii tubi instar modo usque ad 1 poll. contrahi modo usque ad 4 — 5 poll. diduci potest, introspicere jubeas et caput intuentis ab omnibus partibus ita lamina nigra satis ampla includas, ut oculis circumspicere non possit. Deinde chartam albam (b) scalae ante tubulum sitae impositam, cui litterae vel numeri circiter 3 — 4^{mm} magni intervallo $1\frac{1}{2}$ — 2 poll. sunt impressi, modo tubulo admoveas modo ab eodem retromoveas, donec litterae illae confusae appareant: tunc punctum et vicinum et remotum distinctae visionis scala (cc), tubuli longitudine assumta, tibi praebet.

Tertium denique experimentum Helmholtz [2]) ad eundem finem pro-

---

1) De punctorum illorum valde varia distantia in myopibus cf. Hueck l. c. pag. 6. seqq.

2) cf. Beschreibg eines Augenspieg. etc. pag. 38.

posuit. Exploramus enim antea ejus oculi speculo (§. 45) oculum sanum bonaque refringendi vi praeditum, dum variae distantiae objectis visus intenditur, et notamus, quas lentes concavas pro singula quaque distantia, cui oculus se accommodavit, adhibuimus: tum facile, si numerum, qui foci distantiam ejus vitri concavi indicat, quod oculi myopis retinae imaginem distinctam nobis exhibuit, cum numero illarum lentium contulerimus, myopiae gradum possumus determinare. Ad hunc finem speculum oculi a Ruete inventum (§. 45) eodem modo potest applicari, cujus in usu differentia distantiae ejusdem semper lentis convexae ab oculo sano et morboso myopiae gradum indicat. — Quae duo postrema experimenta praeterea, quum in illo omne judicium de quacunque objecti tubulo oppositi distantia auferatur [1]; in hoc autem, quae alter profitetur, medicum nihil curent, ad myopiam ab iis, qui a re militari liberari student, simulatam detegendam maxime valent summamque praebent utilitatem.

Myopiae caussae variae possunt afferri, unde plane diversae ejus fluunt sanandae rationes. Subita musculi tensoris choroideae contractione spastica, ex nervi sympathici irritatione et ad nervorum ciliarium systema irradiatione orta, lens crystallina nonnunquam nimis antrorsum agitur, ita ut radiorum ex rebus longinquis emanantium focus ante retinam cadat. Quod myopiae genus periodice exoritur et cum spasmi remissione evanescit. Remedia therapeutica tantum in hac sananda valent [2]. — Occurrunt praeterea saepe, teste experientia quotidiana, qui longa continua consuetudine propiora et subtiliora fere sola inspiciendi, remotiora distincte visendi facultatem sensim amittant itaque myopiam acquirant. Qua de caussa myopes esse solent, qui inter parietes domesticos litteris vel artificiis subtilioribus per maximam vitae partem incumbunt. His

---

1) Quod judicium his causis tollitur: primum, quod hoc in experimento singula objecta inter oculum et litteras illas collocata desunt, quibus comparatis de vera distantia possit judicari; deinde, quae est causa gravissima, quod axium opticorum pro objecti diversa distantia variabilis inclinationis sensus, qui bulbi musculorum conscia contractione efficitur, ubi uno tantum oculo per tubulum perspexerimus, plane perit; denique quod oculi facultas illa, vim suam refringendi objectorum distantiae adaptandi, in illius instrumenti usu non quidem plane tollitur, sed ita tamen minuitur, ut nonnisi permulta exercitatione possit comparari.

2) Hujus myopiae exemplum narrat in hypochondriaco Beer (Lehrb. der Augenkrankh. Wien 1817. Bd. 2. pag. 103.); in puerpera Hueck (l. c. pag. 45.); praeterea J. Ware (Beobachtg. über Kurz- und Fernsichtigk. bei verschied. Mensch. in Gilb. Annalen d. Physik. Neue Folge. 24. Bd. pag. 258.

hominibus, si nondum diu malo sunt obnoxii, opposita consuetudo succurrit iique diuturno et continuo usu Myopodiorthotici, a Berthold [1]) inventi, quo oculi objectis magis magisque distantioribus perpetim se accommodare coguntur itaque in adaptandi facultate exercentur, saepe feliciter adjuvantur. Sed si myopia jamdiu inveteravit, nulla oculi exercitatione distantia visionis potest prolongari. Namque quum, ut supra memoravimus (§. 34), solis in propioribus spectandis oculi adaptandi vis sit efficax, tensoris choroideae fibrae musculares hoc in myopiae genere in continua contractione perdurantes, magis magisque abbreviantur et intumescunt; quo fit, ut lens crystallina in perpetuum nimis antrorsum protrudatur. — Augeri porro potest oculorum refringendi vis, si intermedia vel superficies diaphanae ex morbis densiores et crassiores evaserint aut axes optici nimis fuerint prolongati. Oritur igitur myopia in hydrophthalmo antico, quo humoris aquei incremento camerae oculi anterioris spatium est amplificatum; in hyperkeratosi s. staphylomate conico corneae pellucido, quo tunica cornea justo magis protuberat ejusque lamellae mediae in istius peripheria multo crassiores sunt factae; in primo phacohydropsiae stadio, quo capsulae lentis paries anterior nimia sanguinis seri exudatione magis antrorsum proeminet. Testatur praeterea experientia, interdum keratitide superata, oculos myopes fieri. Itaque, quum luminis radii ex aëris medio tenuissimo in corneae superficiem multo densiorem incidentes, proportionaliter fortiorem, quam in ceteris superficiebus diaphanis patiantur refractionem atque ceteris paribus majore corneae densitate ipsius refringendi vis augeatur: fieri potest, ut tunica cornea ex inflammatione illa indeque facta exudatione naturam magis compactam nacta ejusque flexibilitas valde imminuta sit. Cujus rei veritas experimento illo, quod ad diversos tunicae corneae flexibilitatis gradus entoptico visu eruendos supra memoravimus, si in myopibus instituitur, dijudicanda atque probanda est. Ex continua autem compressione in bulbum facta, quam jam Purkinje [2]) proposuit, in nimia morbosa illa tunicae corneae convexitate optima myopiae curandae spes concipi potest. — Adams [3]) ad eundem finem in staphylomate illo conico

---

1) Das Myopodiorthoticon oder der Apparat d. Kurzsichtigkeit zu heilen. Göttingen 1840.

2) cf. Neue Beitrg. zur Kenntniss des Sehens in subject. Hinsicht. pag. 147.

3) Ueber die Wiederherstellung des Gesichts, wenn es gelitten hat oder verloren ging, weil die Cornea eine conische Form annahm. Im Journal of Sciences and Arts. 1816. Nro. 4. pag. 367.

pellucido lentem crystallinam operatione plane removendam esse docuit. Haec operatio in muliere septuaginta annorum, quae eodem tempore cataracta laborabat, primum facta, prosperrime successit, ita ut ista sine specilli ope omnia et vicina et remota distincte cognoscere posse narretur. Deinde eandem operationem in femina nátu minori, quae lente crystallina sana et pellucida gaudebat, instituit; post lentis resorptionem illa non solum typos subtilissimos usque ad 10 — 12 poll. remotos legere poterat, sed etiam sine specillo rerum longinquiorum perceptionem satis distinctam erat nacta. Quod propositum, quamquam ad myopiam sanandam in hyperkeratosi permultis maxime arridere videtur, tamen tum tantum est commendandum, ubi cum cataracta hyperkeratosis est conjuncta. Nam praeterquam quod operatione illa nimia atque irregularis radiorum refractio in cornea conica nullo modo tollitur, aegrotus sana lente praeditus post operationem haud melius videt, quam si, lente non amissa, specillo concavo usus esset. Praeterea autem observationes a Lawrence [1]) aliisque factae methodo illi prorsus contradicunt. — Myopiam denique haud raro strabismo et quidem interno binoculari, quo axium opticorum convergentia nimia musculorum rectorum internorum contractione magis, quam competit, est aucta, provocari posse, haud minus constat. Nam, quum, ut supra (§. 34) diximus, oculorum adaptandi vis cum axium motibus arctissimo nexu sit conjuncta, musculis rectis internis ex caussa materiali vel dynamica nimis praepollentibus, propius tantum admota ordinate in tempus longius cognoscuntur, longius contra dissita aut in breve tantum tempus distincta apparent aut omnino visui subducuntur. Quamobrem oculi necessitate quasi coacti sola ad propinqua adsuefiunt, ad remota magis magisque obcaecantur. Hoc in solo myopiae genere musculorum et quidem rectorum internorum dissectio est instituenda, cujus prosperrimus eventus tot tantisque exemplis confirmatur, ut a nemine possit dubitari [2]). Qua dissectione musculi recti externi actionem magis liberam majoremque vim recuperant eorumque ope axibus opticis in minorem convergentiam inclinatis, oculorum refringendi

1) cf. Radius, über einige Augenkrankheiten, welche vorzüglich häufig in England vorkommen, in v. Gräfe und v. Walthers Journal für Chirurgie und Augenheilk. Bd. VII. Heft 4. pag. 573 seqq.

2) cf. historiam morbi in Ruete Klin. Beitrg. Myopie. pag. 268; neue Untersuchg. und Erfahrg. über das Schielen und seine Heilg. Göttg. 1841. pag. 43 — Baumgarten, das Schielen und seine operat. Behandlg. Leipz. 1841 pag. 79 seqq. quibus plurimas observationes a me in instituto clinico ophthalmologico Göttg. factas addere possem.

vis continua exercitatione adjuvante objectis magis magisque remotioribus paullatim facile potest adaptari. Contra plane vanae et inutiles evaserunt illae musculorum modo rectorum modo obliquorum dissectiones, quibus nonnulli, ut Guérin [1]), Bonnet [2]), Baudans [3]), Kuh [4]), Böhm [5]), in bulbi musculis mutationes oculi internas esse sitas opinantes, myopiam unamcunque sanari posse sibi persuaserunt. — Myopes res minutiores distinctius, quam Presbyopes, cognoscunt, quia hae propius oculis admotae sub angulum visorium majorem in perceptionem cadunt (§. 35). Praeterea in rebus minutioribus videndis multo minore, quam illi, luce indigent, quum ceteris paribus objecta cominus posita majore fortioreque, quam eminus collocata, luminis copia atque intensitate radiare ex §. I constet. Quare etiam in crepusculina luce, quae presbyopibus exactum visum perturbat, optime legunt. — Requirunt autem myopes, ut etiam remotiora recte discernant, specilla concava, quibus radiorum ex rebus remotioribus emanantium conos magis divelluntur, eorumque basis communis usque ad retinam prolongatur.

§. 48.

Sunt contra nonnullorum oculi ita dispositi et conformati, ut longius quidem dissita, ut oculi sana adaptandi facultate gaudentes, exacte cernantur, attamen propiora, quia propter imminutam refringendi vim radiorum ex iis egressorum concursus ultra retinam longius projicitur, aut nebulosa appareant aut nullo modo cognoscantur. Presbyopes hi dicuntur. Quibus, ut oculis sanis, non est punctum remotum; punctum autem vicinum distinctae visionis ab istis magis abest idque ab his minus, ab illis magis recedit, ita ut presbyopiae haud secus, ac myopiae valde varii occurrant gradus, quos iisdem prioribus experimentis simili ratione metiri atque utrum revera sit oculus presbyops, necne, eruere possis. — Variae autem originis presbyopia nec minus, quam myopia esse potest. Docet experientia quotidiana, decrescente aetate decrescere quoque saepissime oculorum vim refringendi, quia simul cum totius corporis majore siccitate et musculorum infirmitate singulae oculi quoque

1) Froriep's Notizen Nro. 303 Mai 1841.

2) Froriep's Notiz. Nro. 411. 1841 August.

3) Lancette française. Nro 33. 1841.

4) cf. Proske, Diss. inaug. de myotomia et tenotomia oculari pag. 27 seqq.

5) Das Schielen und der Sehnenschnitt in seinen Wirkg auf Stellg. und Sehkraft der Augen. Berl. 1845. pag. 104.

partes magis complanantur et quasi exarescunt, neque minus musculi tensoris choroideae actio magis redditur infirma.—Praeterea, ut Myopiam propiorum tantum consueta contemplatione posse acquiri, supra demonstravimus, ita presbyopia ab ipsa illa consuetudine longinqua fere sola spectandi nascitur. Qua de caussa haud raro presbyopia in iis occurrit, qui in venationibus, navigationibus, itineribus, rebus agrestibus versantur. Hoc in presbyopiae genere fibrae musculares tensoris choroideae diuturno otio (§. 34) sensim rigescunt atque indurescunt. — Potest denique tertia presbyopiae caussa repeti ex strabismo binoculari externo, quo musculi recti externi aliqua ex caussa nimis ceteris praevalent, ita ut axes optici in parallelismum atque etiam in divergentiam aberrent. Itaque oculi in rebus propinquis aspiciendis magis magisque defatigantur atque remotioribus solis se adaptare coguntur. Quo in solo presbyopiae genere sanando musculorum rectorum externorum dissectio prospere cedit. Erant quidem, qui in presbyopia, ex quacunque caussa orta, haud minus, quam in myopia sananda myotomiam instituere voluerunt. Qua dissectione axium opticorum convergentia simulque oculorum ad propiora denuo se accommodandi facultas in integrum restituitur [1]. — Exposcunt autem presbyopes, ut viciniora clarius videant, specilla convexa, quibus radiorum ex istis emanantium coni magis abbreviantur eorumque vertices in retina terminantur. — Haud raro fit, ut medicus ocularius et myopibus et presbyopibus justam foci distantiam specilli concavi seu convexi illico determinare sit coactus, quae quidem levi calculo facile potest erui. Multiplicatur enim distantia distinctae visionis cum ea, qua myops vel presbyops specilli ope videre cupit et dividatur id, quod efficitur, differentiam inter istas distantias: numerus, qui ex hac divisione prodit, specilli foci distantiam idoneam indicat.

§. 49.

Inveniuntur deinde nonnulli, quorum oculi accommodandi facultatis majore minoreve imbecillitate atque paralysi sunt affecti. Quod oculorum vitium, hebetudo visus appellatum, ejusque caussam et symptomatologiam recentiori demum aetate satis cognitam et accuratius exploratam habemus [2]. Qui ei sunt obnoxii, initio quidem objecta minutissima et subtilissima, quae cominus ipsis obvertuntur, ut oculi sani, distincte cognoscunt eaque discernere valent; sed visu diutius in ista intento, adap-

---

1) cf. Ruete, über Schielen l. c. pag. 45 — 47 und 138 — 139.

2) cf. Böhm l. c. pag. 109 seqq.

tandi facultatis energia destituuntur, magis magisque confusa et diluta ista cernunt in iisque aspiciendis defatigantur, ita ut nisum quendam et dolorem sentiant; saepe quoque cephalalgia, oppressione in regione glabellae, vertigine occupantur, lacrymae subsequuntur, ita ut modo longius modo brevius tempus requiescere aut remotiora sola intueri coacti sint. Quo facto, integras quasi vires recuperant integraque rursus rebus propioribus se adaptandi facultate gaudent. Sed paullo post denuo a vicinioribus aspiciendis desistere coguntur. Quae quum ita sint, tempore matutino melius, quam vespertino, paullo post dies festos melius, quam media in hebdomade vident. In rebus remotioribus aspiciendis contra, in quibus intnendis mutationes oculorum internae quietae manent, visus nullo modo hebescit, sed vel potius permagnam voluptatem percipit. — Juvantur autem, id, quod equidem saepissime in instituto clinico observavi, specillis leni convexitate praeditis et propter photophobiam, quae hebetudinem visus haud raro comitatur, coeruleo colore parum tinctis atque etiam horum specillorum diuturno continuoque usu, quia ad majorem majoremque energiam oculorum adaptandi facultatem excitant, saepe plane sanantur [1]). Tum tantum si hebetudo visus cum strabismo est conjuncta, myotomia ad eam sanandam succedit.

§. 50.

Possunt denique oculi omnino esse privati peculiari illa variis se adaptandi distantiis facultate vique refringendi quam minima esse instructi, ita ut punctum remotum et vicinum distinctae visionis in unum concurrant atque objecta in uno tantum certoque intervallo posita distincta cognoscantur, remotiora aeque ac propiora inordinata appareant. Horum oculorum conformatio cum camerae obscurae fabrica optime potest comparari. Quod vitium haud raro cum myopia vel cum presbyopia confundi solet; sed myopometro, de quo supra pluribus egimus, facile ab illis dignosci atque distingui potest. Ruete narrat de homine, qui a medicis, quos adierat, modo myops, modo presbyops habitus, quum ubique frustra specillum oculis adaptatum petiisset, nuperrime consilium suum rogavit. Experimento illo Myopometri ope instituto, oculi sese accommodandi facultate prorsus carentes reperiebantur, quippe qui acum tantummodo usque ad 10 poll. remotum distincte cernere pollebant, citra et ultra quam distantiam visus statim perturbatus est. Quod oculorum vitium tali modo exploratum et cognitum, per se ipsum idonea statim

1) Böhm l. c. pag. 146 — 163.

specilla indicavit. — Variis autem morbis potest id vitium acquiri. Exemplum prorsus singulare a Wrisbergo observatum, affert Olbers [1] in homine, qui amborum oculorum luscitate ad dextrum latus laborans, objecta tantum 16 — 20 poll. ab oculis dissita clare cognoscebat. Oculorum dissectione post mortem facta „in dextro latere deerat prorsus re„ctus lateralis internus; in sinistro rectus lateralis externus praeter natu„ram tenuis et parvus erat. In dextro rectus superior et lateralis ex„ternus coaliti unum formabant musculum et in sinistro rectus superior, „trochlearis et rectus lateralis internus erant conjuncti." Praeterea tunicae corneae convexitas admodum aucta reperiebatur. — Oculi, qui cataractae operationem sunt passi, haud minus in accommodandi facultate aut valde impediti aut eadem omnino sunt privati. — Indigent autem, qui hoc vitio laborant, non solum uno specillo, quo ut Myopes vel Presbyopes in omni rerum distantia utantur, sed duobus specillis, convexo nimirum et concavo, quorum illud radiorum ex propinquis emanantium atque pone retinam coëuntium focum abbreviet oculumque ad propiora adaptet, hoc ex remotis illapsos et ante retinam sese decussantes, usque ad retinam ipsam exporrigat oculumque ad remotiora recte videnda accommodet.

§. 51.

Sunt auctores nonnulli et veteres et recentiores [2], qui et superficierum et intermediorum diaphanorum obscurationibus partialibus nec non iridis pupillaeque anomaliis strabismum posse provocari contendant. Referunt inter illas tunicae corneae staphylomata et leucomata partialia, pterygia, synechias anteriores vel posteriores, pupillae ectopias congenitas vel acquisitas, cataractam centralem, alias lentis crystallinae ejusque capsulae vel corporis vitrei obscurationes partiales. Quibus morbis et transitum radiorum in axis optici directione ad oculos tendentium arceri eosque in retina excipi non posse, et perversa falsaque via eos usque ad retinam provectos ejus partibus, minus ad distinctam visionem eliciendam aptis, illabi opinantur. Itaque axes opticos a directione normali et quidem, si exempli caussa corneae leucoma exteriori margini pupillari esset oppositum, introrsum et vice versa de-

1) Diss. inaug. phys. de oculi mutat. int. Göttg. pag. 37.

2) Beer, Lehre v. d. Augenkrankh. Wien 1817 Bd. II. pag. 27 §. 15 u. pag. 670 §. 58. — Baumgarten l. c. pag. 13 seqq. — Dieffenbach, über das Schielen und d. Heilg. desselben durch die Operation. pag. 14 seqq. und 189 seqq. — Böhm l. c. pag. 18.

clinare coactos esse proclamant. Quam sententiam non solum leges opticae oculique physiologia, sed etiam exempla ex statu pathologico petita prorsus refutant, ut Müller [1]) et ante omnes Ruete [2]) praeclare docuit. In dijudicanda distincte visendi facultatis perturbatione, quae ex obscurationibus illis enascitur, non solum earum amplitudo, sed vel maxime illa oculorum loca, quibus insident, sunt respicienda. In subsidium igitur hoc loco vocari debent, ea quae supra (§. 26; §. 38 seqq.) in medium protulimus. Si enim, ut hanc rem nunc paullo uberius pertractemus, integro altero oculo, centrum corneae alterius oculi ex leucomate, minoris, quam pupilla, amplitudinis opacum redditur, objecta visibilia quaelibet, si satis vivida luce radiant, ordinate certisque limitibus circumscripta cognoscuntur eorumque ea distinctissime percipiuntur, quae in macula lutea depinguntur. Qua in corneae opacitate etiamsi oculi axis opticus, ut res e diametro oppositas ordinatius perciperet, a normali directione declinaret: tamen imaginum claritas per se neque augeretur neque diminueretur, sed vel potius illas, quia in retinae partibus magis a macula lutea remotioribus delineantur, in visionem indirectam incurrerent ideoque indistincte apparerent. Praeterea, si alterius oculi sani axis opticus a directione normali haud declinaret, objecta visibilia geminarentur (§. 46) ideoque eo magis clara visio offenderetur. Qua de caussa naturae sapientia diplopiam atque irregularem axium opticorum directionem, quantum fieri potest, probibet. — Quae de obscurationibus mediae corneae adhaerentibus disputavimus, haud minoris sunt momenti, si tam magna corneae pars seu ex una seu ex altera parte leucomate occupatur, ut per exiguum tantum pupillae ambitum luminis radiis transitus praebeatur aut si lens crystallina seu in centro seu ex latere est obscurata. Si porro alterius oculi corneae infra axem opticum et post punctum decussationis linearum directionis corpori vitreo supra eundem obscurationes ampliores insident, objecta sublimia ambobus oculis distincta et simplicia apparent, eorum autem, quae e diametro sunt opposita, dimidia tantum pars et profunda denique parum vel omnino non ab oculo aegroto cognoscuntur. Qua de caussa, ut res profundas clarius percipiat, deorsum rotatur. Sed eodem tempore alter quoque oculus sive est sanus sive aegrotus in eandem partem semper volvitur aut ut in identicis singulae retinae partibus fiat impressio ideoque visus geminatus tollatur, aut consensus amborum oculorum natura insitus haud

1) Physiologie des Gesichtssinns §. 223 — cf. l. c. pag. 62 seqq.
2) Ophthalmotrop. l. c. pag. 146 seqq.

perturbetur. Strabismus igitur hoc modo nequaquam nascitur. — Occupat denique corneam leucoma, quod totum pupillae ambitum operit, quocunque oculi volvantur, nulla ratione ne minima quidem distincte visendi facultas elicitur. Obscurationes quaedam proxime pone pupillam sitae, sed tanta amplitudine praeditae, ut exigua etiam ejus pars luminis radios transmittat, quia picturas paullulum quidem obscurare, sed neutiquam singularum objecti partium accuratam visionem offendere, ex prioribus constat, nullam axium opticorum irregularem directionem possunt efficere. — Praeterea si minima obscuratio puncto illi radiorum directionis decussationis insidet, quia omnibus illis radiis transitum prohibet, claram visionem magnopere turbat idque eo magis, quo amplior evadit, quod plurima ad eosdem radios pertinentia radiorum penicilla praecidit. Quod quum ita sit et quum, ut supra memoravimus, punctum intersectionis radiorum directionis in omnibus bulbi motibus atque in quolibet rerum visibilium situ locum suum semper servet, nullam bulbi rotationem axiumque opticorum inclinationem aliquid ad visus claritatem emendandam valere facile intelligitur; eo minus igitur strabismi caussam justam adesse, ex his luculenter patet. Obscurationes denique, quae post punctum illud decussationis retrorsum in fundum oculi vergunt, eo magis claram imaginum delineationem in retina prohibent, quo ampliori sunt ambitu vel quo propius retinae accedunt. Minimis jam obscurationibus proxime ante retinam sitis, praesertim, quum in axi optico jaceant, omnes radiationes ex puncto vel objecto quodam lucido in oculum illapsae a retina arceri possunt ideoque seu singula objecti puncta seu objectum ipsum prorsus visui subduci. Quae visus perturbatio eodem modo nulla axium opticorum a normali directione declinatione tollitur, sed vel potius ex iisdem caussis, quas supra attulimus, illa augetur. Eaedem caussae etiam in synechiis seu anterioribus seu posterioribus et in pupillae ectopiis, qualiacunque sunt, haud minorem habent auctoritatem. Strabismus est peculiaris musculorum morbus ideoque nunquam exoritur, nisi ipsi eodem tempore in statum morbosum aliqua ex caussa sunt redacti. Tum tantum, si amborum oculorum tunica cornea s. lens crystallina s. corpus vitreum eodem tempore ex summo vel ex imo, ex parte sinistra vel ex dextra obscurationibus majoris amplitudinis occupantur, fieri potest, ut axes optici, ut res extraneae distincte cernantur itaque visus turbatio magis compensetur, praecipue sursum vel deorsum, in hanc vel in illam partem vergere cogantur. Quae omnia quum ita se habeant, quantum myotomia, quam Cunier et Wolff, principia illa optica primaria et fundamentalia negligentes, ad eundem finem proposu-

erunt, ad distincte visendi facultatem emendandam aut restituendam valeat, ex iis, quae hactenus disseruimus, sponte liquet. Dissectione enim musculi recti interni, si externa corneae pars et vice versa, musculi autem recti inferioris, si ejusdem pars superior leucomate sit obscurata atque ex opposito: eam quamvis minimam corneae partem, quae pelluciditatem etiam servaverit, magis e diametro luminis radiis obvertere ex eaque caussa clariorem visionem elicere se posse cogitabant. Quae myotomia tantum, si alterius oculi visendi facultas plane est exstincta, ita ut neutiquam ex operatione visus geminatus possit enasci, instituatur licet atque excusari potest.

§. 52.

Iidem auctores [1]) etiam nystagmi caussam ex intermediorum vel superficierum refringentium obscurationibus repetunt. Hoc in morbo oculi bulbus motibus tremulis involuntariis atque plerumque continuis modo huc modo illuc agitatur aut in orbem circumvolvitur aut denique in varias irregulares directiones inordinate jactatur. Qua de caussa oculus, quia nunquam quiescit, per longius temporis spatium in unum idemque objectum visum intendere nequit. Qui bulbi motus tremuli cum cataracta centrali, quae ophthalmiam neonatorum haud raro sequitur, aut cum obscurationibus parvulis, quae corneae centro inhaerent, plerumque conjuncti esse solent. Quamobrem auctores illi, quum his obscurationibus luminis radiorum aditum in retinam prohiberi falso crederent, nystagmum quasi ex Photolimo (Lichthunger) quodam oculis natura insito deducebant, quo oculi semper lucem quaerere eique partes adumbratas vicissim obvertere essent coacti. Attamen et exempla pathologica et ante omnia leges opticae, quas in prioribus §. §. tractavimus, huic sententiae valde repugnant. Namque, ut illas denuo hoc loco afferam, obscurationibus, quae in axis optici directione oculo inhaerent, eo minus ordinata rerum imaginum in retina delineatio tollitur earumque clara perceptio depravatur, quo longius a retina distant. Quo principio optico neque cataractam centralem, neque obscurationes, mediam corneam occupantes, paullulum tantum distinctae visioni obesse posse, evidenter convincitur. Possunt quidem, praecisis pro amplitudine pluribus paucioribusve radiationibus, objectorum species aliqua ex parte illis obscurari, sed nullo pacto in quibuscunque oculorum motibus singulae retinae partes plane adumbrari. Quae quum ita sint, cur oculi spasmo musculorum clonico modo in hanc

1) Dieffenbach l. c. pag. 199. Baumgarten l. c.

modo in illam partem ferantur, nulla ratio elucet. Praeterea si caussa illa aliquid ad nystagmum procreandum valeret, necessario regulares bulborum motus restituerentur, quum cataracta totalis ad centralem accesserit, aut si operatione esset remota. Quod aut nulla ratione aut post longissimum demum tempus fieri, exempla pathologica satis testantur [1]) Saepissime postremo, id quod haud minus opinioni illi obstat, nihilo minus occurrit nystagmus, etiamsi ambo oculi totalem lentis vel ejus capsulae obscurationem sunt nacti aut alter oculus plane est obcaecatus, alter perpetua distincte visendi facultate gaudet aut denique singulus quisque oculus optima illa facultate est praeditus. Quibus omnibus accurate perpensis, nystagmus haud minus, quam strabismus, ex peculiari quadam musculorum morbosa affectione, quae adhuc nondum distinctius potest definiri, proficisci atque in musculorum bulbi atonia quadam et morbosa convulsibilitate positus esse videtur. Inter eos morbos, qui similes musculorum spasmos clonicos prae se ferunt, ut epilepsia, chorea St. Viti, eum referendum esse, maxime probabile est, id quod ex iis caussis, quas Ruete in annotationibus illis clinicis [2]) affert, luculenter patet. Dicas contra hanc sententiam, nystagmum saepe maturius vel serius post cataractam centralem vel corneae obscurationes centrales remotas, evanescere. Attamen hoc ad eam debilitandam minime valet, sed musculos bulbi nisi integra retinae efficacia munus et officium suum exequi non posse, probat; eam ob caussam, si quae obscurationes cum nystagmo sint conjunctae, ut removeantur, quam maxime curandum.

§. 53.

Tunicae corneae superficies ex morbis interdum minus polita, aspera singulisque partibus excavata evadit; id quod ante omnia in staphylomate conico corneae pellucido (Scarpa) s. keratocono (ab Ammon) s. hyperkeratosi (Himly) fieri solet. Quo in morbo cornea circiter in linearum duarum altitudinem justo magis protuberat ejusque forma coni figuram refert, cujus apex obtusus est. Pelluciditatem autem suam, si a nubecula exigua, qua apex ille ex ciliorum continua irritatione interdum obducitur, discesseris, plerumque integram servat. Superficies praeterea, ut Brewster primum docuit, singulis excavationibus parvulis inaequalis est facta. Pathogenesin non satis adhuc exploratam habemus de eaque valde variae ab auctoribus sententiae in medium sunt prolatae. Scarpa et Le-

1) cf. Ruete kl. Beitrg. pag. 196. 197.

2) cf. pag. 187.

veillé hyperkeratosin nil aliud, quam staphyloma esse censent; Walther eandem cum hydrophthalmo antico confundit. Chelius [1]), Lyall [2]) in cornea multo tenuius, quam in statu normali, extensa, momentum ponunt praedisponens et caussam proximam hujus morbi ex morbosa organorum humorem aqueum secernentium actione imparique inter ejus secretionem et resorptionem ratione intercedente repetunt. Benedict [3]) keratitidem mediaeque corneae ulcera inde orta accusat, quibus centrum corneae laxius reddi humorisque aquei vi a tergo protrudi putat. Beck [4]), Rau [5]), alii, in imminuta humoris aquei resorptione ejusque secretione ex vasorum irritatione adaucta et inter corneae lamellas et in camera anteriori accumulatione genesin ponunt. Radius [6]), Himly [7]), ab Ammon [8]) Schön [9]) ex luxurie quadam morbosa corneae substantiae propriae, qua inde a peripheria ad centrum versus tunica cornea fiat crassior, salva humoris aquei secretione hyperkeratosin oriri credunt. In disquisitione anatomica a Jaeger [10]) primum instituta corneae pars media triplo tenuior, ambitus, imprimis ejus lamellae mediae multo crassiores, quam in statu normali reperiebantur; ejusdem lamellae exteriores nec non interiores nullam mutationem morbosam ostendebant. In eo autem plerique consentiunt, quod etiam inflammatione non progressa keratoconum acquiri posse putant. Tunica cornea hoc morbo conica facta atque singulis illis excavationibus exiguis in polyedricam quasi formam redacta, crystalli instar singulari splendore jam in vulgari lumine nobis affulget, praesertim, quum a latere oculum aspiciamus (§. 12), cereique ardentis oppositi plurimas atque inordinatas imagines reflexas exhibet [11]). Cujus rei caussa

---

1) Ueber die durchsichtige Hornhaut, ihre Function u. krankhaften Veränderung. Karlsruhe. 1818. pag. 68 seqq.

2) Diss. de staphyl. pell. corn. etc. Petropol. 1816.

3) Handb. d. pract. Augenheilk. Leipz. 1824. Bd. III, pag. 236.

4) Handb. d. Augenkrankh. pag. 205.

5) Ueber die Erkenntniss, Entstehg. u. Heilg. der Staphylome des menschl. Auges. pag. 134 seqq.

6) cf. l. c.

7) Bibliothek für Ophthalm. etc. Bd. I. St. 2. pag. 398 seqq.

8) Zeitschrift für Ophth. Bd. I Heft I pag. 122 seqq.

9) Handbuch der pathol. Anat. des menschl. Auges. Hambg. 1828 pag. 100. — Rust's Magaz. Bd. 24. Heft I pag. 136 seqq.

10) cf. Schmidt, Inauguralabhandlg über die Hyperkeratosis. Erlang. 1830. pag. 16 seqq. — Ammon's Zeitschrift für Ophth. Bd. I, Heft IV.

11) Leveillé (traité sur les maladies des yeux, traduit de l'Italien de Scarpa. Paris 1807. Tom. II. pag. 179) keratoconi exemplum nobis narrat, quo tunica cornea solis luce in ipsam incidente, tanto fulgore coruscabat, ut igne quasi ardere videretur.

ex iis, quae in §. 11 protulimus, elucet. — Oculi splendor praeterea ulceribus pellucidis, atonicis, quae appellantur, s. stationariis, quae saepius corneae superficiem occupant, insolito modo immutatur. Exoriuntur haec imprimis ex phlyctaenulis vel pustulis parvis diruptis, quales haud raro in Ophthalmia scrophulosa, morbillosa, variolosa occurrunt, aut ex particulis heterogeneis corneae illapsis ejusque lamellas erodentibus. Sunt autem infundibuliformia, et profundiora versus sensim ad interiores corneae lamellas tendunt easque tandem perfodiunt. Tam parvo nonnunquam ambitu sunt praedita, ut diagnosi facile se subducant. Sed evidenter cognoscuntur, si a latere oculum intuearis (§. 12).

§. 54.

Ut ex §. 28 patet, ii, quorum oculi evadunt intermediis refringentibus arte orbati, ut qui ex staphylomate corneae totali aut hydrophthalmo postico ad bulbi formam oculo artificiali adaptandam vel ejus deformitatem tollendam corneae excisionem lentisque extractionem sunt passi: nulla perfecte visendi facultate proprie sic dicta gaudent, sed distinctione tantum tenebrarum et lucis. Ex his facile aestimari potest, quantum ad clariorem in corneae obscurationibus visionem eliciendam coremorphosis, sclerectomia facienda, valeat, primum ab Antenrieth, deinde imprimis a Stilling [1]) saepius suscepta. Nullo enim pacto hac operatione, quia et retinae partes nimis a macula lutea remotae radiis percelluntur et nulli radiorum coni, quorum apex uni retinae puncto incumbat, efformari possunt, ordinata rerum imago provocatur. — Paullo melior, sed semper imperfecta atque inordinata rerum externarum valde luminantium perceptio in iis oculis occurrit, ut ex experimento in §. 27 allato evincitur, qui intermediis quidem satis refringentibus carent, sed cornea opaca exili foramine perforata sunt praediti. Quadrat hunc in locum singulare illud rarissimumque exemplum, quod Ruete [2]) in homine observavit, cui propter staphyloma corneae totale lens crystallina antea ademta corneaeque leucomatosae pars erat excisa. Postea centrum corneae parvulo ex ulcere penetrante, foramine exiguo est perforatum.

§. 55.

Saepe evenit, ut oculi aegroti pupillae motus, quam minimos explorare, quantique sint determinare, medici maxime intersit; exempli caussa,

---

1) Die künstliche Pupillenbildung in der Sclerotica. Marbg. 1833.
2) cf. Handb. d. Ophth. pag. 40.

ut in iritide vel choroitide inflammationis et exudationis gradum investiget; ut in amaurosi ciliari, num remedia ad pupillam coarctandam adhibita bene an male succedant, cognoscat; ut de synechiis posterioribus totalibus vel partialibus certior fiat. Quibus in morbis pupillae motus explorare, eo magis res est ardua et difficillima, quod valde exigui in illis saepe exstant, ita ut liberis oculis atque etiam vitro convexo armatis vix et ne vix quidem possint discerni. Est potius experimentum illud chartae nigrae foramine exili perforatae, quod supra (§. 39) notavimus, hoc loco in subsidium vocandum. Quo in experimento circuli illius aberrationis alternante constrictione et dilatatione pupillae quam minimae oscillationes visu entoptico luculenter manifestantur, praesertim, quum altero oculo modo clauso modo aperto ad motus reflexos et consensuales iridem incitaveris. Curandum autem in experimento, ut caput nec non charta nigra, quantum fieri potest, immota consistat, ne nimio chartae accessu vel recessu luminis radii divergentes aut convergentes reddantur atque eam ob caussam circulus aberrationis modo dehiscat, modo conniveat.

§. 56.

Occurrunt haud raro peculiares iridis motus, quibus modo corneam modo lentem versus in diversis bulbi rotationibus tremulat atque oscillat. Iridodenosis hi appellantur et probe ab hippo sunt distinguendi, quo, luminis intensitate immutata, pupilla alternis subitis vicibus modo coarctatur modo dilatatur. Duplicis autem originis iridodenosin esse constat. Primum iritidem chronicam saepe sequitur, qua aut iridis ipsius tela propria atrophiam est nacta aut propter conjunctam capsulae lentis inflammationem zonula Zinnii, quam supra ligamentum quasi suspensorium lentis esse diximus, nimis resorpta atque dilacerata est; quo fit, ut lens crystallina retrorsum cadat itaque iris non, quo nitatur, habeat. Deinde in iis iridodenosis observatur, qui lente crystallina seu ex nativis, seu ex cataractae operatione, id, quod equidem saepius expertum habeo, sunt orbati; quo fit, ut haud minus iris munimento suo, quo retrorsum inclinet, privetur. — Quanam ex caussa iridodenosis sit orta, facile experimento illo Purkinje-Sansoniano (§. 13) potest erui. Si ex Iritide est provocata, tres omnes imagines reflexas, ut in statu oculi sano; si altera caussa locum habet, prior imago ex tunica cornea orta sola conspicitur.

§. 57.

Iridem inflammatam interdum abscessus in ipsius parenchymate se-

quuntur, qui modo minus modo magis eminent et rupturam denique passi parietemque anteriorem iridis perforantes, pus suum in cameram oculi anteriorem effundunt ibique hypopyon constituunt. Margines abscessus dehiscentes deinde, lympha plastica nigri vel flavi vel albi coloris intercedente, coalescunt; quo fit, ut in iride maculae nigrae aut flavae aut albae observationi se praebeant. Hae maculae nigrae speciem pupillae novae prae se ferunt pro eaque saepe a nonnullis falso habebantur. Qui error experimento eodem illo Purkinje-Sansoniano instituto, quod unam tantum candelae imaginem a superficie tunicae corneae reflexam exhibet, statim exstinguitur.

§. 58.

Ex iritide, uveitide i. e. iridis parietis posterioris inflammatione, kyklitide, choroideitide marginem iridis pupillarem a normali forma saepe abhorrere, satis nota atque pervulgata est res. Vascula sanguifera parvula haud raro ultra pupillae ambitum prolongantur atque in plexus disposita et flexuosa pulcherrimo modo coronae instar marginem pupillarem circumcingunt. — Deinde pigmenti nigri secretio tantopere augeri et a statu sano potest degenerari, ut pupillae limbus modo majore modo minore pigmenti molecularum copia repleatur indeque serratam s. dentatam figuram induat; qua in marginis pupillaris mutatione praeterea iris unius vel duarum linearum intervallo circumcirca in plicas circulares quasi constringi solet (Iridoperisphinxis). — Gignuntur porro ex lymphae plasticae exudatione singula filamenta tenuissima, quae pupillae ambitum in circnli formam obtegunt vel ei ex parte adhaerent et cum capsula lentis saepe connexa, synechiam posteriorem totalem vel partialem efficiunt; quo facto pupilla distracta, sinuata, huc illuc angulata redditur. — Observantur quoque singula corpuscula vel excrescentiae, a nonnullis tubercula appellata, quae flavo vel fusco colore indutae et diversa forma atque magnitudine praeditae et margini pupillari ipsi condylomatum instar basi tenui insident et ex pariete posteriori iridis procreatae pupulam versus tendunt et ultra ejus marginem prolongantur: quae tubercula haud minus synechiam posteriorem efficere possunt. — Iritidem chronicam interdum atrophia iridis s. iridaraeosis subsequitur. Quo in morbo tela iridis propria rarefacta est; pigmentum nigrum plus minusve deest; pupillae circuitus substantiae defectum saepe nanciscitur atque inaequalis et multangulus redditur. — Quae quidem morbosae marginis pupillaris mutationes haud raro tam exiguae existunt tamque occulte irrepunt, ut saepe ne lentis convexae quidem ope possint certo distingui. Facile vero cognoscuntur,

si oculo chartae foramine illo opposito, visioni entopticae praesentantur (§. 39). Si anomaliae quamvis minimae margini pupillari inhaerent minimamque pupillae circuitus ex morbis illis inaequalitatem est nactus, circuli quoque aberrationis ambitus mutationibus illis respondet et a normali forma manifeste alienatur, ita ut modo irregulariter incurvatus, modo sinuatus et angulatus, modo singulis obscuris particulis vel striis in ipsum procurrentibus indutus evidenter appareat. Patet autem ex iis, quae supra jam memoravimus, ut quae marginis pupillaris parti supremae insident, circuli aberrationis marginem inferiorem, quae illius lateri dextro inhaerent, hujus sinistrum occupare videantur. Quae quum ita sint, idem hoc experimentum non solum ad praesentis iritidis vel alius inflammationis, quae marginem pupillarem commutet, diagnosin magis firmandam plurimum valet, sed etiam, num prioribus temporibus talis adfuerit, an non, egregie nos certiores facit. Praeterea de synechiis posterioribus imprimis partialibus, quae saepius adsunt, quam statui solet et difficillime tantum possunt discerni, medicus ocularius eodem experimento praeclare edocetur [1]).

§. 59.

Experimentum illud Purkinjianum, de quo supra (§. 44) verba fecimus, medico, qui oculorum curationi operam navat, alia etiam ex caussa notatu est dignum. Namque in statu oculi morboso arteriae quoque centralis retinae rami atque etiam istorum pulsationes ante oculos obversari possunt. Est enim pupilla aliqua ex caussa morbosa satis coarctata et immobilis facta et evasit capsula lentis anterior ex exudatis ipsi adhaerentibus, ut papyra oleo infecta, translucida: haec fortioris lucis radiis collustrata in omnes fundi partes ipsa lumen irregulariter diffundit ejusque totum ambitum aequaliter illuminat. Radii igitur propter irregularem dispersionem ex lentis capsula, quae cerei illius ardentis locum supplet (§. 44) ortam, atque praeterea propter exiguam pupillae amplitudinem, quae chartae foraminis illius vice fungitur (cf. ibid.), et in divergentiam diriguntur et paralleli fiunt. Quae quum ita se habeant, tempore vespertino in candelae ardentis lumine splendido talibus aegrotis circulus s. discus purpureus ac variis figuris obscuris obsitus ante oculum obvolitat, quae figurae arboris ramulorum formam egregie referunt motumque peculiarem exhibent. Oculis claussis seu in tenebris vi-

1) Insigne exemplum praebet fig. 85 tab. III, quae circuli aberrationis forma patri meo, ante viginti duos annos iritidem peracutam perpesso, in oculo dextro entopticae visioni sese offert.

siones istae statim evanescunt. Insigne hujus visionis entopticae exemplum Ruete [1]) nobis affert.

§. 60.

Obscurationes vel alii morbi, qui intima oculi penetralia occupant, legibus opticis adjuvantibus, diverso modo a nobis possunt discerni et cognosci. Primum illos entopticae visioni praesentare possumus et ex parallaxi relativa seu negativa seu positiva, qua corpora in circulo aberrationis utuntur, sedem in oculo determinare possumus (§. 41. 42. 43). Quo fit, ut visionibus illis entopticis usi, praeclare amblyopiam amauroticam et cataractam incipientem, qui morbi saepissime confundi solent, inter se distinguere polleamus. Imprimis vero in statu fundi oculi morboso explorando speculis oculi et quidem maxime et luculentissime eo speculo, quod Ruete excogitavit, de sede anatomica affectionum in illo obviarum et natura multo accuratius, quam antea fieri poterat, edocemur, ita ut exempli caussa fundus oculi, si cataracta ipsi insidet, non normali purpureo colore (§. 45) nobis affulget, sed e fusco rubro colore tinctus, vel singulis obscuris striis obsitus appareat. Quo factum est, ut leges illae opticae, quibus adhuc in morbis illis utebamur, inde ab hoc tempore, oculi speculo invento, minoris momenti futurae atque de priori auctoritate dejectae sint. Atque haec est vel maxima caussa, cur veniam petere mihi liceat, quod ceteros morbos, quos me describere eorumque diagnosin secundum leges illas opticas deducere aliquis fortasse cupere possit, nunc jam silentio praetermittam atque eos tractandos in posterius aliquod tempus rejiciam, ubi speculi ope certius de iis judicare possumus eorumque diagnosin accuratius etiam firmare. Quod mihi usque ad hoc tempus nondum contigisse, vel maxime doleo, scilicet ut fundum oculi, si glaucomate, fungo medullari, sanguinis extravasatis retinae inhaerentibus, aliis morbis occupatur, speculo investigarem.


---

1) cf. Handb. d. Ophth. pag. 142.

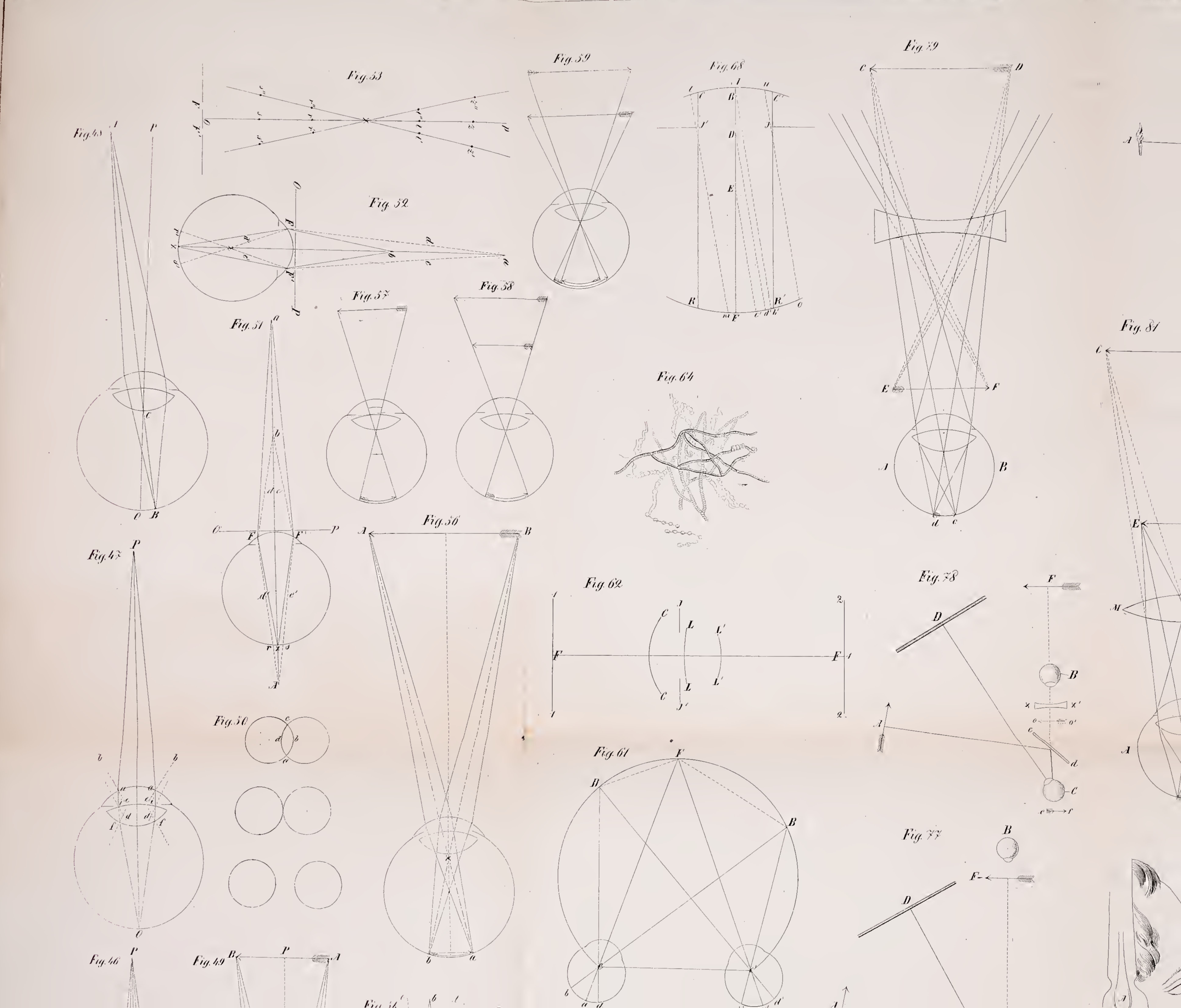
ERRATUM

Pag. 4 §. 6. lin. 3. loc. egredirentur leg. egrederentur

Taf: I.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.

OLDOUT BLA


Fig. 48
Fig. 53
Fig. 59
Fig. 68
Fig. 79
Fig. 52
Fig. 51
Fig. 57
Fig. 58
Fig. 81
Fig. 64
Fig. 47
Fig. 56
Fig. 62
Fig. 78
Fig. 50
Fig. 61
Fig. 77
Fig. 46
Fig. 49

FOLDOUT

Fig: 63.



Fig 65.



Fig



Fig. 67.



Fig. 69.



Fi



Fig. 71.

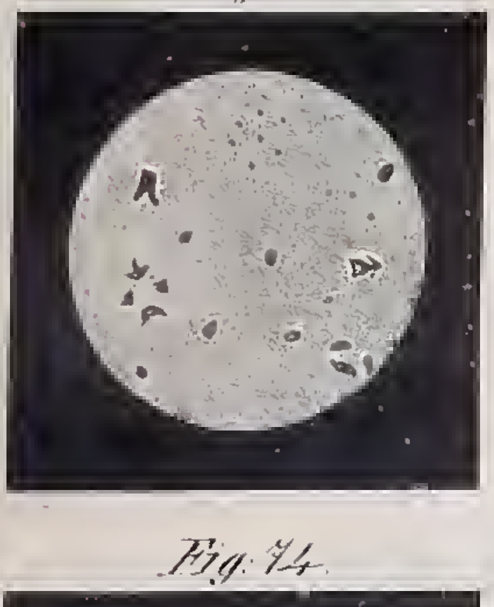


Fig. 72.



Fi

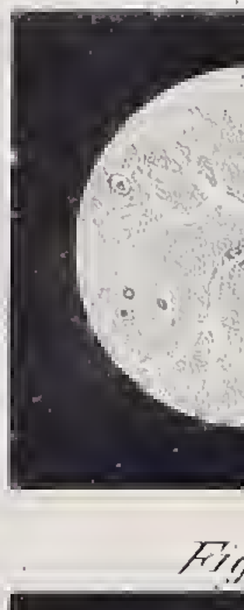


Fig. 74.

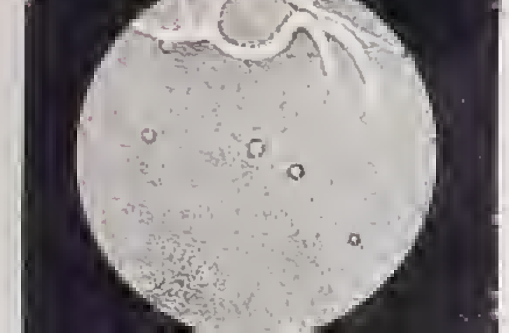


Fig. 75.



Fig

